

Р.К. Низамов, декан строительно-технологического факультета, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций

КАФЕДРА ТСМИК: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ

В современном строительном комплексе России технолог – ключевая фигура, ведь за ним – огромная промышленная отрасль производства строительных материалов, изделий и конструкций. Это – десятки миллионов кубометров бетона и железобетона, миллиарды штук кирпича и квадратных метров рулонных гидроизоляционных, кровельных материалов. Это бетоны и керамика, стекло и полимеры, древесина и битумы в виде огромной номенклатуры изделий заводского изготовления. Технология их производства совершенствуется с каждым днем, реализуется в “хитроумных” машинах, аппаратах и комплексных линиях.

Для реализации этих технологий требуются высококвалифицированные кадры, которые успешно готовятся на строительно-технологическом факультете.

Кафедра технологии строительных материалов, изделий и конструкций (ТСМИК) – одна из четырех кафедр строительно-технологического факультета и, наверное, на неё, как на выпускающую кафедру, возложена наиболее сложная задача подготовки строительных инженеров-технологов по специальности “Производство строительных материалов, изделий и конструкций”. Подготовка специалистов ведётся по трем направлениям – специализациям:

- “Производство бетонных и железобетонных изделий и конструкций”;
- “Производство стеновых, отделочных и изоляционных изделий и материалов”;
- “Технология строительной керамики”.

Последовательность открытия специальностей является отражением тенденций в развитии производства строительных материалов, изделий и конструкций в республике. Открытие специализаций решает задачу обеспечения промышленности квалифицированными кадрами с высшим строительно-технологическим образованием.

История кафедры уходит корнями в 60-е годы двадцатого столетия.

1 апреля 1958 года был организован строительно-технологический факультет. В этом же году в связи с развертыванием подготовки инженеров-технологов по специальности “Производство бетонных и железобетонных изделий и конструкций для сборного строительства” кафедра строительных материалов и химии разделилась на две самостоятельные кафедры. Кафедру химии возглавил доцент Воскресенский В.А. В 1963 году на кафедре открыта аспирантура по специальности “Производство строительных материалов, изделий и конструкций” (применение

пластмасс в строительстве). Через аспирантуру под руководством В.А. Воскресенского по этой специальности прошли подготовку в дальнейшем такие известные ученые, как: Соколова Ю.А., Хозин В.Г., Рахимов Р.З., Абдрахманова Л.А., Галимов Э.Р., Готлиб Е.М., Юсупова Т.Н., Изотов В.С., Вороновский Н.Е., Нагуманова Э.И., Санникова В.И., Попов В.И., Мурафа А.В., Мангушева Т.А., Эпштейн Л.Г., Тимергалеев Р.Г., Ушакова Г.Г. и многие др.

27 июля 1967 года, 38 лет назад, состоялось знаменательное событие – от кафедры химии отделилась кафедра пластических масс, которую возглавил профессор Воскресенский В.А.

Параллельно развивалась и крепла другая кафедра – **организации и технологии производства железобетонных конструкций и изделий**. Она была создана 23 апреля 1962 года и объединила большинство профилирующих дисциплин по специальности “Производство бетонных и железобетонных изделий и конструкций”. Кафедру возглавил доцент Чудесенков Г.К. В 1968 году состоялся первый прием аспирантов по кафедре. Научным руководителем стал заведующий кафедрой, и.о. профессора Попко В.Н.

И, наконец, в 1985 году произошло объединение родственных кафедр – пластических масс и технологии строительных конструкций и изделий (ТСКИ). Новую кафедру ТСКИ возглавил проф. Хозин В.Г. В 1995 году она была переименована в кафедру технологии строительных материалов, изделий и конструкций (ТСМИК).

Сегодня кафедра ТСМИК – самая большая кафедра нашего университета. Это полнокровный, самообновляющийся организм. Главное, что определяет высокий уровень кафедры, – это высококвалифицированные кадры, профессионалы, известные как в Республике Татарстан, так и за её пределами. В составе кафедры 20 штатных преподавателей, в числе которых 3 доктора и 15 кандидатов наук, 3 профессора и 14 доцентов.

Заведующий кафедрой – Хозин В.Г., д.т.н., Заслуженный деятель науки и техники Республики Татарстан, Заслуженный деятель науки РФ, эксперт межвузовской НТП “Архитектура и строительство” Минобразования РФ, Почетный работник высшего профессионального образования РФ.

Кандидаты наук, доценты – Бейнарович А.В., Матеюнас А.И., Мурафа А.В., Нагуманова Э.И., Санникова В.И., Ушакова Г.Г. – преподаватели с большим педагогическим опытом, работающие в КГАСУ многие годы, – составляют костяк кафедры.



Доктора наук и профессора – предмет особой гордости кафедры:

Строганов В.Ф. – д.х.н., профессор, академик Украинской технологической академии, член научно-технического Совета подпрограммы “Архитектура и строительство” Минобразования РФ, член научного Совета конкурса грантов по разделу “Архитектура и строительство” Минобразования РФ;

Абдрахманова Л.А. – д.т.н., профессор, Почетный работник высшего профессионального образования РФ;

Изотов В.С. – д.т.н., один из ведущих специалистов РТ в области производства ЖБК;

Вороновский Н.Е. – профессор кафедры, специалист в области производства строительной керамики.

Молодые преподаватели – к.т.н., доц. Низамов Р.К., к.т.н., доц. Морозова Н.Н., к.х.н., доц. Фахрутдинова В.Х., к.т.н., ст. преп. Майсурадзе Н.В. и Солдатов Д.А., асс., к.т.н. Макаров Д.Б. и Колесникова И.В. – достойно продолжают традиции, заложенные старшими товарищами. На кафедре делается все возможное для реализации принципа преемственности поколений, подготовки собственных кадров.

Студенты, активно участвующие в НИР, выполнившие дипломные проекты или научно-исследовательские работы на “отлично”, остаются на кафедре ТСМИК для продолжения учебы в аспирантуре (Фомин А.Ю., Макаров Д.Б., Железный П.Н., Сальников А.В., Морозов Н.И. др.). Аспирантура активно функционирует в течение многих лет под руководством д.т.н., проф. Хозина В.Г. В настоящее время на кафедре работают 9 аспирантов очного обучения, 2 – заочного и 4 соискателя.

Несомненно, значительно усиливают кадровый потенциал кафедры преподаватели-производственники – Габитова Ф.З., Женжурист И.А., Салахов А.М.

Другая отличительная особенность кафедры ТСМИК – это активная научно-поисковая работа. Научные исследования ведутся по крупной материаловедческой теме “Разработка новых композиционных строительных материалов и совершенствование технологий их изготовления”. Они включают целый ряд задач по созданию композиционных материалов как на минеральных, так и на полимерных связующих.

Наиболее значительные направления научных исследований последних лет:

- создание нового научного направления в полимерном материаловедении “Структурные основы получения градиентных полимерных материалов с усиленными поверхностными слоями” (д.т.н., проф. Абдрахманова Л.А.; к.х.н., доц. Фахрутдинова В.Х.; к.т.н. Майсурадзе Н.В.);

- разработка комплексных химических добавок для получения беспропарочных и высокопрочных бетонов (д.т.н., проф. Хозин В.Г., к.т.н., доц. Морозова Н.Н.);

- получение полимерных строительных материалов с использованием нерудных полезных ископаемых и отходов органической и неорганической природы РТ полифункционального действия (д.т.н., проф. Абдрахманова Л.А.; к.т.н., доц. Низамов Р.К.; к.х.н., доц. Нагуманова Э.И.; асс., к.т.н. Колесникова И.В.);

- разработка физико-химических основ технологии производства гибридных связующих и композиционных материалов на их основе (д.т.н., проф. Хозин В.Г.; д.т.н., проф. Абдрахманова Л.А.; асс. Старовойтова И.А.);

- разработка новых видов смешанных вяжущих с использованием нерудных полезных ископаемых и отходов РТ (д.т.н., доц. Изотов В.С.; к.т.н., доц. Морозова Н.Н.);

- комплексная технология применения цеолитсодержащих пород Татарстана в производстве неорганических и полимерных строительных материалов (д.т.н., доц. Изотов В.С.; к.т.н., доц. Морозова Н.Н.; к.т.н., доц. Нагуманова Э.И.);

- битум-полимерные вяжущие для производства кровельных материалов и дорожных асфальтов (д.т.н., проф. Хозин В.Г.; к.т.н., доц. Мурафа А.В.);

- битумсодержащие породы Татарстана в производстве строительных материалов и изделий (д.т.н., проф. Хозин В.Г.; к.т.н., проф. Вороновский Н.Е.; к.т.н., доц. Санникова В.И.);

- теплоизоляционные материалы на основе растительного сырья и поризованных связующих (д.т.н., проф. Абдрахманова Л.А.; к.т.н., ст. преп. Солдатов Д.А.);

- разработка эффективных пенобетонов (д.т.н., проф. Хозин В.Г.; к.т.н., доц. Морозова Н.Н.; асс. Кондратьев В.В.).

Многие научные разработки внедрены в производство.

На кафедре работают курсы повышения квалификации работников предприятий по выпуску бетонных и керамических изделий. Ежегодно проходят обучение 30-40 человек.

По инициативе кафедры создана некоммерческая организация “Ассоциация производителей бетона и железобетона” (президент Хозин В.Г.), призванная оказывать научное и консультационное содействие предприятиям и организациям, работающим в области производства бетона и железобетона.

В 2001-2003 гг. на базе кафедры было организовано 3 межрегиональных семинара для работников предприятий стройиндустрии Татарстана и Поволжского региона.

По инициативе кафедры ТСМИК при КГАСУ создан испытательный центр «Татстройтест» (руководитель Хозин В.Г.). Это единственный в Татарстане, аккредитованный в системе Госстандарта (ныне Ростехрегулирование) и Госстроя России (Росстрой) центр, образованный для сертификации и проведения независимых и специализированных испытаний строительных материалов и изделий. В номенклатуру



продукции, испытываемой лабораториями ИЦ “Татстройтест”, входят все виды строительных материалов, изделий и конструкций из керамики, бетона, дерева, стекла, металлов, полимерных материалов. В 2003-2004 гг. было проведено два всероссийских семинара по проблемам качества и сертификации строительной продукции.

В 2004 году по инициативе В.Г. Хозина на базе КГАСА проводилась выставка-продажа современных строительных технологий, интеллектуальной

продукции.

Будущее кафедры представляется нам интересным и плодотворным. Сотрудники кафедры научились выживать в сложных рыночных условиях, создавать интеллектуальную продукцию, оказывать помощь предприятиям промышленности.

Перспективная молодежь – залог преемственности славных традиций кафедры.

ТСМИК! Вперед!



В.Ф. Строганов, М.М. Хабибуллин

РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КГАСУ

Инновационная деятельность (ИД) государств в настоящее время является критерием их поступательного развития и уровня. Степень развития государств все больше определяется не количеством природных ресурсов или объемами производства, а эффективностью национальной инновационной системы и состоянием научно-исследовательского комплекса. В экономически развитых странах бизнес-структуры активно и многопланово сотрудничают с научно-исследовательскими организациями, что обусловило появление новых структур для обеспечения ИД: венчурные фонды, бизнес-инкубаторы и др.

Наиболее передовые страны Европы по развитию ИД – это Франция (доля инноваций в НИОКР в 2000 г. – 1,9% от ВВП, 2005 г. – 2,1 % и 3% в 2010 г.) и Германия (2003 г. – 2,55% и 2007-2008 гг. – 3%).

Процессы перехода России к рыночной экономике требуют решения проблем развития науки, использования её результатов во взаимосвязи с производством. Только конкретные достижения и активное внедрение результатов научных исследований позволят создать конкурентоспособные технологии, продукцию и условия полноправного вхождения России в мировое сообщество.

Следует отметить, что сопоставлять на данном этапе развития ИД в России и Европе как с точки зрения организационно-технической, так и правовой практики не только очень сложно, но и, наверное, невозможно. Если констатировать состояние дел, то в развитых странах правила создаются ради стимулирования инноваций, а у нас пока для контроля и ограничений.

В целях активизации инновационной деятельности в Республике Татарстан Кабинет Министров РТ утвердил “РЕСПУБЛИКАНСКУЮ ПРОГРАММУ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН НА 2004 - 2010 ГОДЫ” (постановление от 12 марта 2004 г. №121).

Цель программы - обеспечение устойчивого сбалансированного экономического развития и повышение качества жизни населения республики на основе создания условий для роста инновационного уровня и конкурентоспособности производства, выхода инновационной продукции на внутренний и внешний рынки, импортозамещения на внутреннем рынке.

В рамках Программы в Татарстане создано ОАО «Инновационно-производственный технопарк «ИДЕЯ». Научными сотрудниками КГАСУ предложен ряд проектов научных разработок, которые вошли в базу данных Технопарка «Идея» (всего приблизительно 20 проектов, они выставлены на официальном сайте технопарка):

- Комплексная химическая добавка “ТЕКСОЛИТ”

(кафедра ТСМИК);

- Монтажный раствор (кафедра ТСМИК);

- Гипсовые отделочные материалы (кафедра строительных материалов);

- Программно-технический комплекс “CONCRET” (кафедра строительных материалов);

- Новый дорожно-строительный материал с применением нефтешлама (кафедра АД);

- Технология использования серы в дорожном строительстве (кафедра АД) и др.

Предложен проект договора по совместной деятельности с Технопарком “Идея” в области экспертизы инновационных проектов, по которому, к сожалению, не предпринято никаких конкретных действий.

Следующим шагом в формировании инфраструктуры ИД в Республике Татарстан явилось создание Государственной некоммерческой организации «Инвестиционно-венчурный фонд Республики Татарстан» (постановление Кабинета Министров РТ №428 от 17 ноября 2004 г.) в целях реализации Республиканской программы развития ИД в РТ на 2004-2010 годы и поддержки внедрения инноваций в производство.

При КГАСУ открыто представительство государственной некоммерческой организации “Инвестиционно-венчурный фонд Республики Татарстан” (соглашение от 9.08.2005 г.).

В целях стимулирования профессиональной деятельности ученых, изобретателей, научно-технических работников, аспирантов и студентов Инвестиционно-венчурным фондом РТ и Академией наук РТ проведен конкурс “Пятьдесят лучших инновационных идей Республики Татарстан” (с 1.09.05 по 15.12.05).

В конкурсе приняли участие более 3 тысяч научных работников, студентов, аспирантов РТ: заявлено более 490 инновационных проектов. Сотрудниками нашего вуза подана 21 заявка (44 участника).

В конкурсе победили следующие инновационные проекты сотрудников КГАСУ:

- “Производство композиционных шлакощелочных вяжущих и бетонных и железобетонных изделий на их основе” - Рахимов Р.З., Хабибуллина Н.Р., Соколов А.А., Рахимов М.М., Гроссфельд Г.М., Гатауллин Р.Ф. и др.;

- “Серосодержащие вяжущие дорожного назначения” - Фомин А.Ю., Хозин В.Г.;

- “Способ ремонта асфальтобетонных покрытий с морозостойкими трещинами” - Иванов Г.П.;

- “Разработка и внедрение блочного промышленного образца аппарата (установки) очистки нефтесодержащих сточных вод на основе применения закрученных потоков для целей заводнения нефтяных пластов РТ” - Адельшин А.Б., Адельшин А.А.;



- “Нетрадиционный способ соединения конструкций полимерными композиционными муфтами, обладающими “памятью формы” - Строганов В.Ф., Строганов И.В., Страхов Д.Е., Алексеев К.П.

Важно отметить, что в конкурсе приоритет отдавался проектам, в которых объекты интеллектуальной собственности (ОИС) защищены патентами. В большинстве победивших заявок даны ссылки на ОИС, патентообладателем которых является наш вуз.

Сотрудники университета принимают участие в престижном ежегодном Московском международном салоне инноваций и инвестиций. В 2005 году дипломами и серебряными медалями награждены две разработки ученых КГАСУ: “Совершенствование систем водоснабжения и водоотведения” (научный руководитель – профессор Адельшин А.Б.) и “Комплексная химическая добавка” (научный руководитель – доцент Морозова Н.Н.). В VI Московском международном салоне инноваций и инвестиций, который прошел с 7 по 10 февраля 2006 года, на конкурс было представлено 47 проектов из Республики Татарстан, включая 23 проекта – победителей конкурса “Пятьдесят лучших инновационных идей Республики Татарстан”. Проекты сотрудников КГАСУ получили высокую оценку:

- Золотая медаль – “Нетрадиционный способ соединения конструкций полимерными композиционными муфтами, обладающими “памятью формы” (научный руководитель – профессор Строганов В.Ф.);

- Серебряная медаль – “Разработка и внедрение блочного промышленного образца аппарата (установки) очистки нефтесодержащих сточных вод на основе применения закрученных потоков для заводнения нефтяных пластов Республики Татарстан” (научный руководитель – профессор Адельшин А.Б.).

Хотелось бы отметить активное участие в инновационных смотрах высокого уровня группы ученых под научным руководством профессора Якупова Н.М. (кафедра строительной механики). Их разработки отмечены дипломами и медалями в 2005 году на VI Международном форуме «Высокие технологии XXI века» и 33 Международном Салоне изобретений, новой техники и изделий «Женева-2005».

Одним из аспектов развития ИД КГАСУ является выполнение НИР по договорам, заключенным с Академией наук РТ, в том числе в рамках Программы развития приоритетных направлений науки на 2001-2005 гг. (НИР под научным руководством Адельшина А.Б., Алексеева К.П., Строганова В.Ф., Каюмова Р.А., Ахмадиева Ф.Г.).

Возможность реализации результатов законченных научных исследований и разработок предоставляет Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, который является государственной некоммерческой организацией, образованной постановлением Правительства Российской Федерации от 3 февраля 1994 года № 65. Основными задачами Фонда являются:

- проведение государственной политики развития и поддержки малых предприятий в научно-технической сфере;

- оказание прямой финансовой, информационной и иной помощи малым инновационным предприятиям, реализующим проекты по разработке и освоению новых видов наукоемкой продукции и технологий на основе принадлежащей этим предприятиям интеллектуальной собственности;

- создание и развитие инфраструктуры поддержки малого инновационного предпринимательства.

Возможностью реализации результатов исследований сотрудников КГАСУ является участие в ежегодном конкурсе “Старт”, проводимом Фондом, что способствует продвижению научно-технических разработок на российский и мировой рынок. В конкурсе “Старт-2006” сотрудниками вуза заявлено 3 проекта.

Для активизации ИД в КГАСУ необходимо:

- организовать сбор, изучение и систематизацию научно-технической информации по темам проводимых мероприятий, подготовке аналитических материалов научно-технического характера по ИД;

- разрабатывать наглядные материалы методического и рекламного характера (стенды, каталоги, информационные листы, в т.ч. в Интернете и т.д.);

- оказывать методическую помощь, консультации научным сотрудникам КГАСУ при оформлении заявок на участие в проектах инновационного направления;

- участвовать в вузовских, межвузовских, республиканских конференциях, выставках и конкурсах по развитию ИД и др. мероприятиях;

- проводить внутреннюю оценку и составлять рейтинг отобранных ОИС научных сотрудников КГАСУ;

- проводить исследования для выяснения перспектив коммерциализации по каждой заявке на изобретение, с момента ее поступления в патентный отдел;

- совершенствовать систему информационного оповещения и связей с потенциальными инвесторами (приобретателями прав) результатов интеллектуальной деятельности (технологическая и конкурентная разведка);

- обеспечить реализацию (введение в хозяйственный оборот, коммерциализацию) результатов законченных научных исследований, плана развития ИД в КГАСУ;

- формировать базу данных потенциальных потребителей и инвесторов ОИС, созданных научными сотрудниками КГАСУ.

Для выполнения намеченных мероприятий разработан план развития ИД в КГАСУ, на базе патентно-информационного отдела университета создается служба по вопросам инноваций.

Для успешного развития ИД КГАСУ сотрудникам кафедр необходимо активно участвовать в инновационно-производственных процессах, происходящих в Республике Татарстан и на федеральном уровне.



УДК 541.64

Р.К. Низамов, Э.И. Нагуманова, Л.А. Абдрахманова, В.Г. Хозин

ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТАМИ

Еще в 50-е годы прошлого столетия появились попытки улучшения прочностных свойств жесткоцепных полимеров (а именно, увеличения ударной прочности) путем введения в их состав каучуков.

Ударную прочность жесткого поливинилхлорида (ПВХ) сравнительно легко повысить, например, путем механического смешения в соответствующих условиях с эластомерами, такими, как сополимер метилметакрилата с бутадиеном и стиролом (МБС), сополимер акрилонитрила с бутадиеном и стиролом (АБС). Такие системы сейчас широко применяются в рецептурах профильно-погонажных изделий из жесткого ПВХ. Для увеличения ударной прочности пластиков добавляют также двойные сополимеры этилена с пропиленом или тройные сополимеры этилена с пропиленом и каким-либо ненасыщенным диеном, например, дициклопентадиеном (СКЭП и СКЭПТ). Эти марки сополимеров способствуют улучшению морозостойкости и эластичности материалов, однако, ведут к снижению их теплостойкости и твердости. Выгодным сочетанием высокой прочности с высокой эластичностью в широком интервале температур отличается полиэтилен. Однако, будучи неполярным полимером, он практически несовместим с ПВХ как на термодинамическом, так и эксплуатационном уровне. Удовлетворительного смешения компонентов достичь практически не удается.

При эластификации пластифицированных систем возникают проблемы, связанные с совместимостью многокомпонентной системы, где присутствуют как молекулярный пластификатор, так и структурный. Но присутствие молекулярного пластификатора, со своей стороны, способствует облегчению образования межфазных слоев на границе полимер-эластификатор (а в присутствии наполнителя - на границе полимер-наполнитель-эластификатор). Исследование реологических свойств пластифицированных диоктилфталатом полимер-каучуковых систем показало, что эффективная вязкость расплавов существенно снижается. Однако это касается, в основном, композиций, содержащих полярные каучуки [1]. Изопреновый каучук, например, являясь практически аналогом натурального каучука, характеризуется наиболее высокой эластичностью, высокой химической стойкостью. Введение неполярного изопренового каучука СКИ в состав

пластифицированного ПВХ оказалось неэффективным. При введении каучука СКИ-3 обнаружено резкое ухудшение деформационно-прочностных и других свойств пластифицированного ПВХ, в частности, снижение термостабильности и повышение водопоглощения.

В данной работе эффективная модификация пластифицированного ПВХ достигнута использованием смесевых термоэластопластов (ТЭП). ТЭП - это материалы, которые могут перерабатываться как термопласты при повышенных температурах, но обладают свойствами эластомеров при температурах эксплуатации. Термоэластопласты, получаемые смешением полимеров, представляют собой композиции на основе жесткого пластика и эластичного полимера, который сам по себе не обладает свойствами термоэластопласта.

Для модификации пластифицированного ПВХ были использованы смесевые термоэластопласты на основе полиэтилена высокого давления, изопренового каучука и тройного сополимера этилена, пропилена и дициклопентадиена при различных соотношениях компонентов.

На первом этапе исследований проанализирована совместимость смесевых термоэластопластов трех марок с молотым кварцевым песком. Все термоэластопласты (ТЭП) получены при содержании 30 масс.ч. ПЭВД. ТЭП-1 содержит 70 масс.ч. СКЭПТ, ТЭП-2 включает 70 масс.ч. каучука СКИ, а ТЭП-3 является тройной смесью, в которой в равном соотношении содержатся СКЭПТ и СКИ. Ранние работы, проведенные на нашей кафедре по изучению возможности наполнения ТЭП типа СКЭПТ:ПЭВД, СКИ:ПЭВД кварцевым песком и мелом, показали, что в условиях смешения на вальцах мел не совмещается с указанными ТЭП. Поэтому для наполнения нами взят молотый кварцевый песок, который также широко используется в качестве наполнителей ПВХ-композиций. Совмещение ТЭП с наполнителем осуществлялось на фрикционных вальцах при $T=140-160^{\circ}\text{C}$. Содержание наполнителей изменялось от 0 до 50 масс. ч. на 100 масс.ч. ТЭП.

Известно [2], что ТЭП хорошо совмещаются с наполнителями. При этом прочностные свойства ТЭП могут ухудшаться, и чем ниже активность наполнителя, тем в большей степени. Наоборот, чем выше активность наполнителя, тем ниже относительное удлинение. Сказанное относилось, в частности, к



дивинилстирольным ТЭП, наполненным мелом.

В изученных композициях, независимо от типа ТЭП, прочность при разрыве с увеличением количества наполнителя снижается. Следует заметить, что начальные значения прочности различных ТЭП располагаются в последовательности: ТЭП-1 > ТЭП-2 > ТЭП-3. Трехкомпонентный ТЭП-3 отличается самой низкой начальной прочностью, но, в то же время, меньшим относительным ее снижением при наполнении.

В противоположность прочности, относительное удлинение пленок ТЭП при наполнении изменяется не столь однозначно (рис.1).

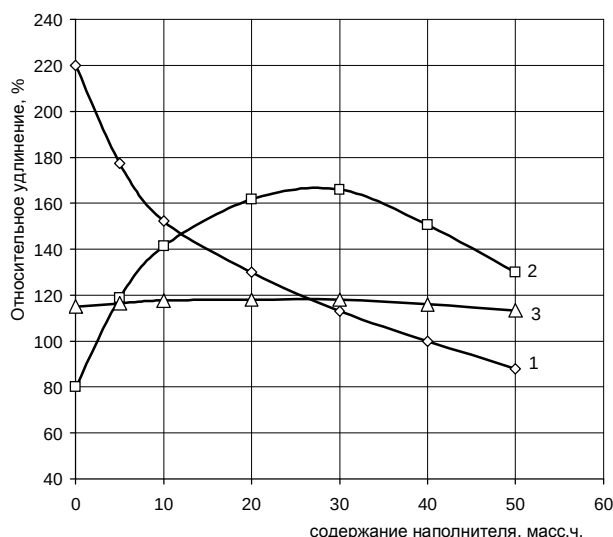


Рис. 1. Относительное удлинение при разрыве образцов ТЭП, наполненных молотым кварцевым песком:
1 - ТЭП-1 (70 СКЭПТ : 30 ПЭВД);
2 - ТЭП-2 (70 СКИ : 30 ПЭВД);
3 - ТЭП-3 (35 СКЭПТ : 35 СКИ : 30 ПЭВД)

Наиболее интересным представляется факт увеличения относительного удлинения при наполнении ТЭП-2 молотым кварцевым песком в количествах до 20–30 масс.ч. на 100 масс. ч. ТЭП-2.

Если снижение относительного удлинения при наполнении полимеров и их смесей тонкодисперсными наполнителями со средними размерами частиц 1–10 мкм является вполне закономерным и объясняется уменьшением межмолекулярного взаимодействия в самом полимере вследствие влияния поверхности наполнителя, то в случае наполнения ТЭП-2, представляющего смесь изопренового каучука и полиэтилена высокого давления, очевидно, сказывается особенность СКИ легко разрушить при механическом воздействии, особенно при температурах выше 70°C. Начальная молекулярная масса СКИ при переработке на вальцах $T = 140–150^\circ\text{C}$ может значительно снижаться. Вероятно, при наполнении дисперсными наполнителями процесс механодеструкции СКИ развивается в большей

степени, что приводит к повышению эластичности пленок при растяжении в области относительно небольших количеств молотого кварцевого песка (до 30 масс. ч.). Далее на способность к удлинению ТЭП-2 в большей степени начинает влиять увеличение общей поверхности наполнителя, возможность его агрегации, что приводит к снижению относительного удлинения.

При наполнении ТЭП-3, представляющего смесь СКИ, СКЭПТ и ПЭВД, описанный выше эффект не проявляется (относительное удлинение практически не изменяется при всех изученных концентрациях наполнителя). Вероятно, при введении наполнителя конкурентно начинают работать два фактора: механодеструкция СКИ, приводящая к росту эластичности ТЭП-3 при наполнении, и, наоборот, ухудшение деформируемости вследствие введения неактивного наполнителя.

Все изученные ТЭП характеризуются довольно большой текучестью расплава (при температуре 180°C) (рис.2). По этому показателю ТЭПы можно расположить в ряд – ТЭП-2 > ТЭП-3 > ТЭП-1. В области содержаний наполнителей 5–10 масс. ч. на 100 масс.ч. ТЭП имеет место экстремальное увеличение ПТР, наиболее ярко проявляющееся в случае ТЭП-2 и практически не наблюдаемое в ТЭП-1. Этот эффект хорошо объясняется с позиции сделанных выше предположений об интенсификации процессов механодеструкции СКИ в составе ТЭП при введении наполнителя.

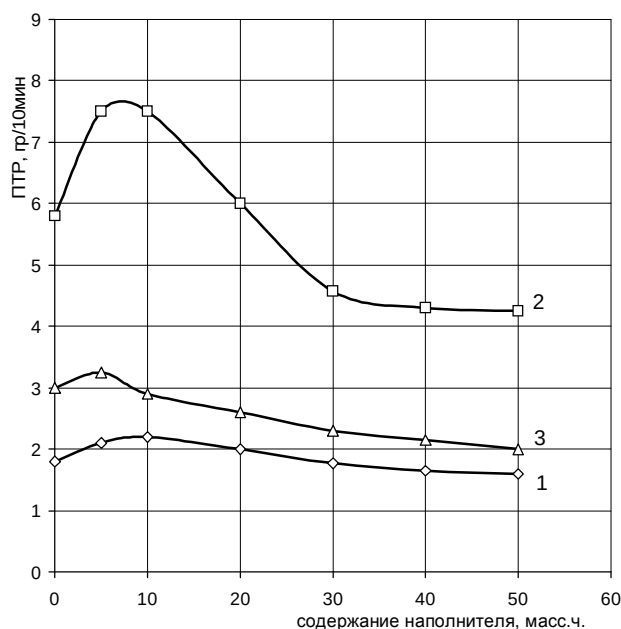


Рис.2. Показатель текучести расплава ТЭП, наполненных молотым кварцевым песком:

- 1 - ТЭП-1 (70 СКЭПТ : 30 ПЭВД);
- 2 - ТЭП-2 (70 СКИ : 30 ПЭВД);
- 3 - ТЭП-3 (35 СКЭПТ : 35 СКИ : 30 ПЭВД)

Анализируя приведенные выше данные, можно заключить, что наиболее интересные результаты



получены при введении наполнителей в ТЭП-2.

Далее в работе изучено эластифицирующее действие ТЭП на пластифицированные ПВХ-композиции. Известно, например [2], что с введением бутадиенстирольного и изопренстирольного термоэластопластов в ПВХ снижаются прочность при растяжении и жесткость смесей, увеличивается относительное удлинение. В нашем случае падение прочностных свойств незначительно, а в области малых количеств ТЭП в ПВХ-композициях оно почти не наблюдается. Наибольший модифицирующий эффект по показателю термостабильности достигается при концентрациях смесевых ТЭПов от 1 до 5 масс.ч. (рис.3). Введение термоэластопластов практически не приводит к росту потери белизны при термообработке. Анализ концентрационных зависимостей свойств показал, что наибольшей эффективностью обладают ТЭПы на основе каучука СКИ и ПЭВД, представляющие смесевые термоэластопласты, полученные на основе несовместимых с ПВХ каучука и полиэтилена.

Из представленных данных (рис.4) следует, что введение ТЭП-2 и тройного ТЭП-3 приводит к повышению показателя текучести расплава почти на порядок, причем концентрационные кривые изменения показателя текучести расплава не выходят на плато, а с увеличением концентрации ТЭП продолжают расти. В этом видится большой резерв облегчения перерабатываемости расплавов ПВХ-композиций при дальнейшем введении наполнителей, когда традиционно вязкость расплава повышается.

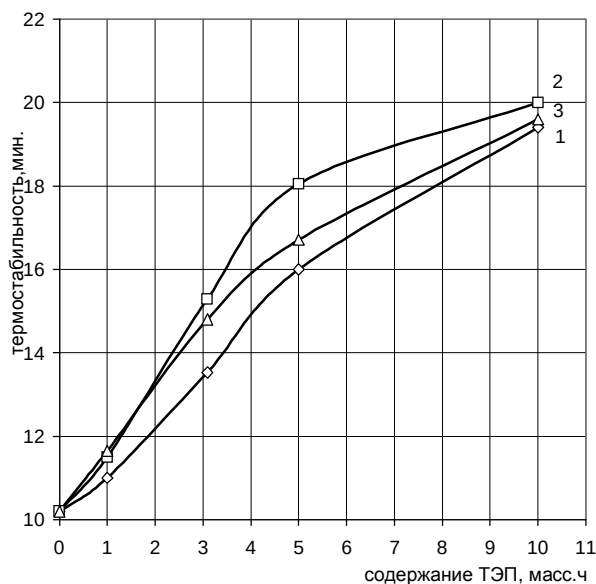


Рис.3. Термостабильность ПВХ-композиций при 175°C, модифицированных ТЭП:
1 - ТЭП-1 (70 СКЭПТ : 30 ПЭВД);
2 - ТЭП-2 (70 СКИ : 30 ПЭВД);
3 - ТЭП-3 (35 СКЭПТ : 35 СКИ : 30 ПЭВД)

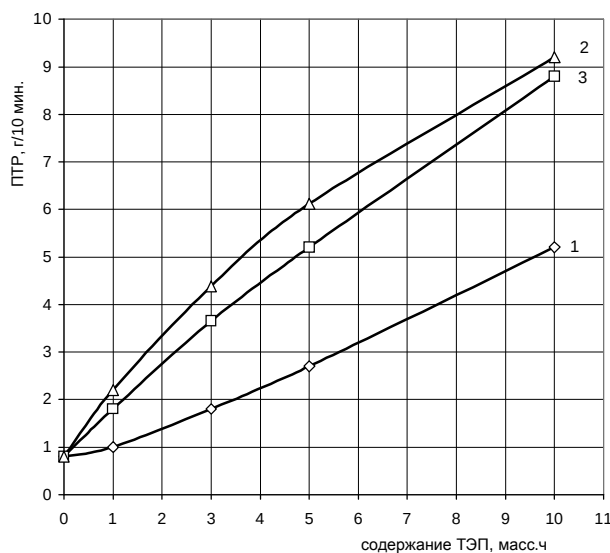


Рис. 4. Показатель текучести расплава при 175°C ПВХ-композиций, модифицированных ТЭП:
1 - ТЭП-1 (70 СКЭПТ : 30 ПЭВД);
2 - ТЭП-2 (70 СКИ : 30 ПЭВД);
3 - ТЭП-3 (35 СКЭПТ : 35 СКИ : 30 ПЭВД)

Повышение показателя текучести расплава (ПТР) позволит перерабатывать смеси ПВХ-ТЭПы при более низких температурах, что должно привести к повышению термической стабильности ПВХ-композиций.

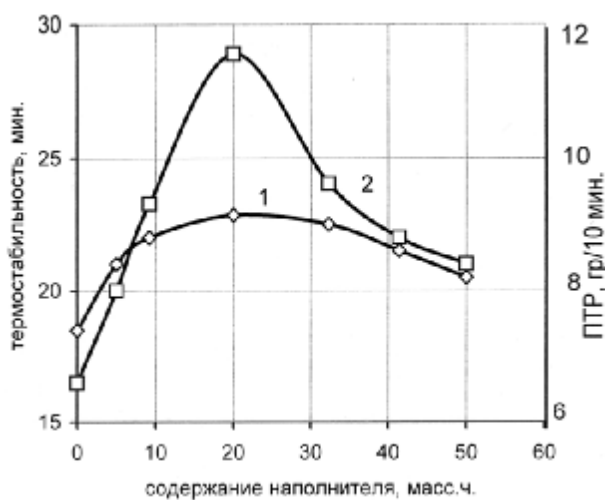


Рис. 5. Зависимость термостабильности (1) и показателя текучести расплава (2) композиций ПВХ-ТЭП от содержания молотого кварцевого песка

Представленные на рис.5 зависимости термостабильности и показателя текучести расплава ПВХ-композиций, содержащих 5 масс.ч. ТЭП-2, от содержания молотого кварцевого песка показывают, что оптимум свойств наблюдается при его концентрации порядка 20 масс.ч. Особенно необходимо отметить улучшение перерабатываемости



(возрастание ПТР) с введением наполнителя во всем интервале его содержания (до 50 масс.ч.). При введении молотого кварцевого песка в исходную пластифицированную ПВХ-композицию эффект повышения ПТР наблюдается незначительный и только при концентрациях до 5 масс.ч.

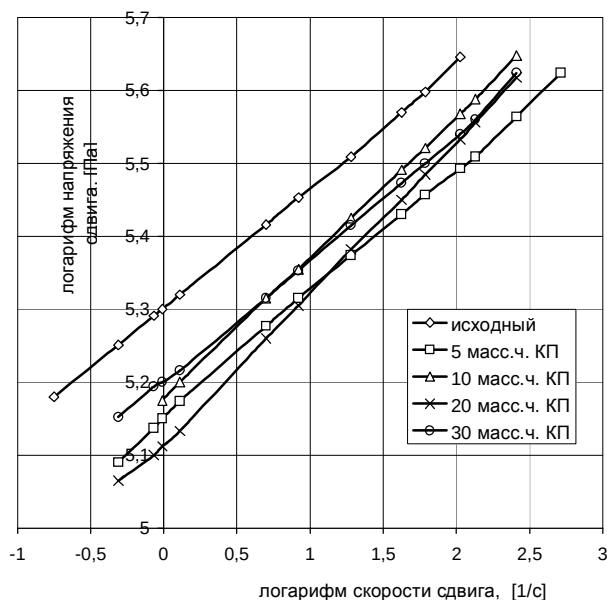


Рис.6. Кривые течения систем ПВХ (100 масс.ч.) + ТЭП-2 (5 масс.ч.), наполненных молотым кварцевым песком

Из анализа характера кривых течения расплавов систем ПВХ-ТЭП, содержащих молотый кварцевый песок (рис.6), следует, что введение наполнителя при всех изученных концентрациях приводит к сдвигу кривых в область более низких напряжений сдвига, то есть снижению эффективной вязкости расплавов в достаточно широкой области скоростей сдвига. Очевидно, такой эффект можно объяснить характером взаимодействия в системе полимер-термоэластопласт-наполнитель. Наличие промежуточного граничного межфазного слоя ТЭП между частицами наполнителя и матрицей жесткоцепного ПВХ позволяет облегчить течение расплава.

Таким образом, проведенная модификация пластифицированного наполненного ПВХ смесевыми термоэластопластами расширяет возможности создания перспективных материалов строительного назначения, характеризующихся как лучшими технологическими, так и эксплуатационными свойствами.

Авторы выражают благодарность д.т.н., проф. Вольфсону С.И. (КГТУ им. С.М.Кирова) за предоставленные образцы смесевых термоэластопластов для исследования.

Литература

1. Корчагина В.И. Исследование в области модификации ПВХ и биполимерных систем на его основе // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. хим. наук. – Казань, 1974. – 22 с.
2. Термоэластопласты // Под редакцией В.В. Моисеева. – М.: Химия, 1985. – 184 с.



УДК 667.63; 666.291.3

В.Ф. Строганов, Р.А. Искандеров, Д.Е. Страхов, Э.М. Ягунд

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗАЩИТНОГО ЭМАЛЕВОГО ПОКРЫТИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЕМКОСТЕЙ

Защита от коррозии является одной из важнейших научно-технических и экономических задач. Среди многообразия средств и способов защиты металлов от коррозии значительная роль принадлежит лакокрасочным материалам (ЛКМ) широкого ассортимента и спектра действия: лаки, шпатлевки, грунтовки, краски и эмали [2]. В основе этих материалов используются различные полимерные олигомеры: метакриловые, хлорсульфоновые, хлорвиниловые, алкидные, полиэфирные, пентафталевые, эпоксидные и др. смолы. Анализ показал, что для защиты от коррозии стальных поверхностей наиболее часто используются эпоксидные и эпокси-полиэфирные композиции, полимерные покрытия из которых позволяют эксплуатировать оборудование в условиях воздействия различных сред и температур. К наиболее перспективным материалам следует отнести грунтовки и эмали серии БЭП [1, 2].

Выполнение условий ремонта оборудования, работающего в агрессивных и специальных средах, в частности, емкостей для хранения и переработки 96%-ного спирта и различных спиртосодержащих продуктов при температурах от минус 20°C до минус 60°C, ограничивает возможность выбора.

С целью идентификации эмалевого покрытия емкости брожения и покрытия на основе выбранной нами эмали «Эповин» (БЭП-5297) выполнен сравнительный анализ эмалевых покрытий методом ИК-спектроскопии: состав и структура полимеров.

Эксперимент проводили по следующей методике. Для регистрации ИК-спектров готовились образцы в виде капиллярных пленок вазелиновых суспензий толщиной 10-15 мкм, зажатых между окнами из бромистого калия. Образцы предварительно измельчались в вибромельнице в течение 5 мин, после чего полученный порошок с размером частиц в несколько микрон перемешивался в агатовой ступке с вазелиновым маслом. Полученная суспензия раздавливалась между двумя плоскопараллельными пластинами из КВг, которые помещались в держатель ИК-спектрометра.

Регистрация и обработка ИК-спектров в области 4000 - 400 см⁻¹ производилась с помощью автоматизированного комплекса «АКРОС», разработанного и смонтированного на базе серийного спектрофотометра SPECORD-80 и ПЭВМ типа РС-486-5X [3].

При анализе результатов исследования следует отметить, что физико-механические свойства, цвет и область изменений эмалей позволяют предположить их природу: пигментированные отвержденные эпоксидные полимеры (ЭП), что позволяет широко варьировать свойства и окраску покрытий, изменяя структуру реакционно-способного олигомера, способ его отверждения и пигмент. Назовем условно исследуемые образцы: «образец 1» и «образец 2» (в хронологическом порядке их изучения). Их ИК-спектры приведены на рис. 1 и 2 соответственно. Коричневый цвет обоих образцов свидетельствует о наличии в их составе пигментов на основе оксидов железа, придающих покрытиям характерный цвет, а оттенки покрытий различны. Темно-коричневый цвет образца 1 свидетельствует о наличии в его структуре гамма-оксида железа ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$), а желтовато-коричневый, более светлый оттенок образца 2 – о наличии в составе этого покрытия альфа-оксида железа ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Эти вещества являются различными кристаллическими модификациями гидроксида железа III. Их химическая формула $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, содержание H_2O колеблется от 10 до 14 %. Оба этих пигмента хорошо известны и широко применяются в лакокрасочной промышленности в составе, например, таких красок, как охра и сиена (название сиена происходит от итальянского города Сиенна, в районе которого издавна добывался данный пигмент). В СНГ также имеются многочисленные месторождения желтого железно-оксидного пигмента различных сортов. К ним, прежде всего, следует отнести Изюмское месторождение (Украина), которое дает наиболее светлую и чистую по тону охру, а также Рудаевское, Бутурлинское и Жураевское месторождение Воронежской области. Следует отметить, что в промышленности используется в основном альфа-оксид железа природного происхождения, а гамма-оксид – синтетический, т.к. в природе он встречается редко.

В ИК-спектре образца 2 имеются две полосы средней интенсивности с частотами 608 и 670 см⁻¹, характерными для α -оксида железа [4]. Таким образом, наличие в составе этой эмали желтого железно-оксидного пигмента можно считать доказанным. К сожалению, в нашем распоряжении не имеется образца чистого γ -оксида железа либо его ИК-спектра, поэтому о его наличии в составе образца 1 можно судить лишь косвенно, по цвету этого покрытия.



Таблица

Свойства отвержденных ЭП

Показатели качества	ИЭП	БЭП-5297	УП5-168с [6]	УП5-198с [6]	УП5-197с [6]
Твердость по Бринелю, МПа	120	122	110	115	120
Прочность при сдвиге, МПа	-	11.5	10	10	8
Прочность при отрыве, МПа	-	18.0	15	15	13

Анализ ИК-спектров позволяет также сделать некоторые выводы о структуре связующего и типе применяемого отвердителя. В спектрах обоих образцов имеется характерный дублет на частоте около 1600 см^{-1} . Это однозначно свидетельствует о наличии в структуре полимеров ароматических ядер [5], причем наличие этой полосы на данной частоте очень характерно для эпоксиановых олигомеров [6]. В высокочастотной области $3100\text{--}3700\text{ см}^{-1}$ имеется широкий размытый фон, отвечающий валентным колебаниям водородосвязанных гидроксильных групп. Наличие ОН-групп в спектрах образцов обусловлено двумя факторами. Во-первых, при раскрытии эпоксидных групп, происходящем при отверждении эпоксидных олигомеров, почти всегда образуются гидроксильные группы. Во-вторых, в кристаллическую структуру железоксидных пигментов входит вода, которая также дает свой вклад в поглощение в указанной области.

В области 1700 см^{-1} в спектрах обоих образцов имеются полосы, отвечающие валентным колебаниям карбонильных групп [5]. В то же время форма этих полос в образцах существенно различается. В образце 2 эта полоса симметрична и имеет максимум на частоте 1724 см^{-1} , характерной для поглощения сложноэфирных групп. Вероятно, в структуру эпоксидного олигомера входят сложноэфирные фрагменты. Этот вывод подтверждается также наличием интенсивных полос $1016, 1182, 1248\text{ см}^{-1}$, отвечающих колебаниям $\nu(\text{C-O-C})$. В спектре образца 1 полоса $\nu(\text{C=O})$ расщеплена на несколько пиков с максимумами $1684, 1700, 1715, 1724\text{ см}^{-1}$, что свидетельствует о гораздо более сложной структуре полимера. Очевидно, помимо сложноэфирных карбонильных групп в полимере могут содержаться какие-либо циклы от использованного отвердителя.

На основании выполненных исследований можно констатировать:

1. В составе образца 1 использован коричневый железоксидный пигмент на основе гамма-оксида железа, а составе образца 2 – желтый железоксидный пигмент на основе природного альфа-оксида железа.

2. Пленкообразователь в обеих эмалях представляет собой отвержденный эпоксиановый ароматический олигомер.

3. В структуру полимера образца 2 входят

сложноэфирные фрагменты.

4. Образец 1 имеет гораздо более сложную структуру пленкообразователя, о чем свидетельствует наличие карбонильных групп различной природы.

Кроме физико-химической идентификации по строению ЭП покрытия, интересно было осуществить анализ по физико-механическим показателям. Физико-химические исследования позволяют сделать вывод, что исследуемый полимер является наполненной композицией на основе эпоксинодиановой смолы отвержденной аминами (предположительно смесь ароматических и алифатических аминов или же отвердитель, содержащий одновременно алифатические и ароматические фрагменты, например, УП-583«Д»). Нами были исследованы некоторые показатели исследуемого покрытия (ИЭП), например, твердость по Бринелю (Нв), проведено сравнение по литературным данным с аналогичными покрытиями [7] и определены показатели выбранного покрытия БЭП-5297 (табл.).

Как видно, компаунды аналоги: УП5-168, УП5-197, УП5-198 испытуемый (ИЭП) и выбранный БЭП-5297 близки по свойствам, что подтверждает обоснованность и правильность выбора компаунда для ремонта аппарата.

Поверхность на поврежденном участке ($\sim 1\text{--}1,2\text{ м}^2$) очищали до степени 2 (по ГОСТ 9.402) или $S_a\ 2\frac{1}{2}$ (по шведскому стандарту). Очищенную поверхность обезжиривали уайт-спиритом, спиртом и протирали сухой ветошью.

Готовили композицию в соответствии с данными паспорта, соблюдая требования по соотношению компонентов, температуре и степени перемешивания. Подготовленную эмаль наносили на поверхность материала кистью при температуре окружающего воздуха $25\text{--}30^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 60–65%. При нанесении первого, грунтовочного слоя эмали композицию разбавляли (не более 5% по массе) спиртом, а при нанесении второго и третьего слоев разбавление не применяли.

После высыхания первого слоя (24 часа при 20°C) аналогично наносили 2^й и 3^й слои эмали. Перед началом эксплуатации покрытие выдерживали при температуре $20\text{--}30^\circ\text{C}$ в течение 15 суток.

Использованный продукт – эмаль БЭП-5297 имеет



ТУ 2312-005-27524984-99, технический паспорт и санитарно-эпидемиологическое заключение.

Литература

1. Сафрончик В.И. Защита от коррозии строительных конструкций и технологического оборудования. – Л.: Стройиздат, 1988. – 255 с.
2. Справочник-каталог. Лакокрасочные материалы. – СПб.: ООО “Гамма”, 2002. – 124 с.
3. Ржевский А.М., Буслов Д.К., Макаревич Н.И. // Журнал прикладной спектроскопии, т.45, №2, 1986. – С. 257.
4. Stepin S.N., Yagund E.M. // Journal of Molecular Structure, v.348, 1995. – P.179-182.
5. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. – М.: Изд.иностр. лит., 1963. – 590 с.
6. Иржак В.И., Розенберг Б.А., Ениколопан Н.С.// Сетчатые полимеры (синтез, структура, свойства). – М.: Наука, 1979. – 248 с.
7. Каталог. Эпоксидные смолы и материалы на их основе. – Черкассы: НИИТЭХИМ. 1984. – 44 с.



УДК 678.743.22

И.В. Колесникова, А.Ф. Шайдуллов, Р.К. Низамов, Л.А. Абдрахманова

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ БИТУМСОДЕРЖАЩИХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

Республика Татарстан располагает значительными запасами битумсодержащих пород, которые до последнего времени в очень ограниченном масштабе рассматривались в качестве сырья для производства строительных материалов и изделий [1].

Ранее [2-5] была показана эффективность наполнения ПВХ-композиций строительного назначения битумсодержащими породами, отличающимися химическим составом минеральной части и битумосодержанием в них. В частности, в области оптимальных количеств наполнителя (1-10 масс. ч.) выявлено возрастание термостабильности пластифицированных ПВХ-композиций в 2,5-3 раза, снижение водопоглощения на 10-20 % и вязкости расплава на 20-30%. В результате исследований было установлено, что изменение свойств ПВХ-композиций обусловлено, в первую очередь, битумосодержанием и фракционным составом битумной компоненты. Однако, технологические свойства ПВХ-композиций при наполнении неоднозначно зависят от этих факторов. Показатель текучести расплава ПВХ, характеризующий вязкость расплавов, при введении битумсодержащих наполнителей, особенно песчанников, имел сложную концентрационную зависимость.

Известно [6], что реологические свойства определяются дисперсностью наполнителя, которая является одной из важнейших характеристик, обуславливающих их эффективность в полимерных композициях. Было выявлено, что битумонасыщенность породы оказывает влияние на удельную поверхность частиц при помоле. В связи с этим в данной работе рассмотрено влияние двух этих факторов, то есть битумонасыщенности и дисперсности частиц наполнителя, на эксплуатационные и технологические характеристики

ПВХ-композиций. Так как удельная поверхность частиц наполнителя, в первую очередь, определяет характер образования межфазных слоев в системе полимер-наполнитель, исследования проведены для жестких ПВХ-композиций.

Предварительно изучены физико-химические характеристики БСП, полученных при разных временах помола в пружинной мельнице, что необходимо для анализа их модифицирующего действия на ПВХ.

Для испытаний отобрана проба битумсодержащего песчанника с содержанием битума 3,4 масс. %, который измельчался в пружинной мельнице в течение 1, 3, 5 и 7 минут. Затем определялся его фракционный состав на микроанализаторе частиц "Анализетте 22", который приведен в табл.1.

Дифференциальные кривые распределения частиц по размерам представлены на рис. 1. Из них следует, что по сравнению с молотым кварцевым песком при равных временах помола во всех случаях БСП имеет большую дисперсность. После 3 минут помола, хотя дисперсность и продолжает увеличиваться, появляется бимодальность в распределении частиц по размерам. С увеличением времени помола бимодальность проявляется в большей степени.

Обработка дифференциальных кривых в координатах "выход фракции – время помола" представлена на рис. 2. Из них следует, что наибольший выход при помоле имеют фракции (1÷5 мкм) (кривая 2) и (10÷20 мкм) (кривая 4). Их количество с увеличением времени помола закономерно растёт, как и наиболее мелкой фракции (менее 1 мкм) (кривая 1) и фракции (5÷10) (кривая 3), стабилизируясь после 5 минут помола. Количество более крупных частиц (20÷50 мкм) (кривая 5) и (50÷100 мкм) (кривая 6) с увеличением времени помола закономерно падает.

Таблица 1

Дисперсный состав БСП после помола

БСП (битумсодержание 3,4%)	Выход фракции (мм)						
	<0,001	0,001-0,005	0,005-0,01	0,01-0,02	0,02-0,05	0,05-0,1	>0,1
Время помола 1 минута	5,16	19,56	13,45	20,13	27,51	11,72	2,3
Время помола 3 минуты	6,79	23,49	15,96	27,33	26,35	0,08	-
Время помола 5 минут	8,44	29,37	21,15	30,04	11,0	-	-
Время помола 7 минут	8,60	28,11	16,23	27,02	20,04	-	-
Песок кварц. молотый	2,86	8,36	4,95	10,29	22,44	21,54	29,56

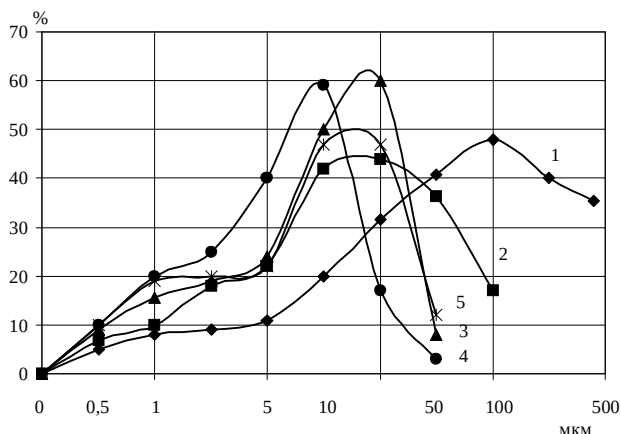


Рис.1. Дифференциальные кривые распределения частиц БСП по размерам в зависимости от времени помола.

ПВХ, содержащий:

- 1 – кварцевый песок (помол 1 мин.);
- 2 – БСП (помол 1 мин.);
- 3 – БСП (помол 3 мин.);
- 4 – БСП (помол 5 мин.);
- 5 – БСП (помол 7 мин.)

Величина удельной поверхности, рассчитанная из этих данных с допущением сферических частиц, составляет 7000, 13000, 22000 и 21000 $\text{см}^2/\text{гр.}$ при временах помола 1, 3, 5 и 7 минут. Видно, что помол более 5 минут не оправдан (как технически, так и экономически). Хотя средняя степень дисперсности при 5-минутном помоле выше, чем при 3-минутном, при помоле в течение 3 минут получается более однородный фракционный состав порошка (ср. кр. 3 и 4 на рис. 1).

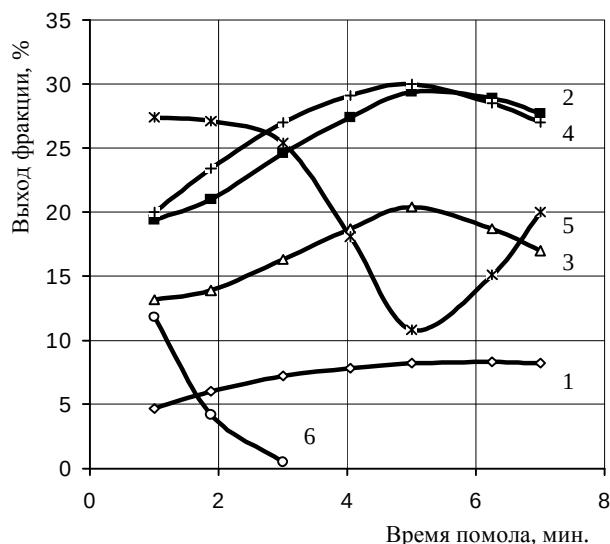


Рис. 2. Зависимость фракционного состава БСП от времени помола: 1) Размер фракций < 1 мкм;

- 2) 1 – 5 мкм;
- 3) 5 – 10 мкм;
- 4) 10 – 20 мкм;
- 5) 20 – 50 мкм;
- 6) 50 – 100 мкм

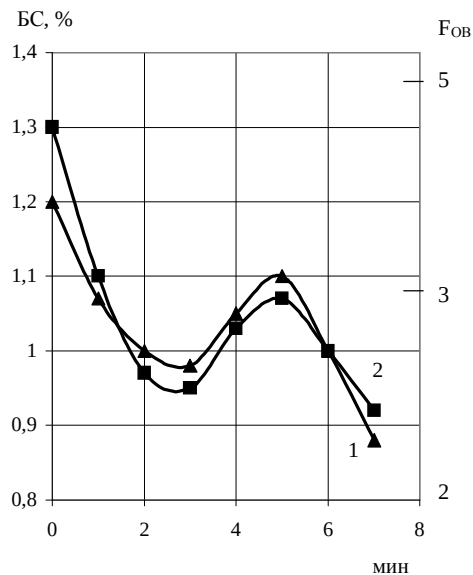


Рис.3. Зависимость битумосодержания, показателя фракционного состава от времени помола:

- 1 – битумосодержание, БС, %;
- 2 – показатель фракционного состава органического вещества, $F_{\text{ов}}$

Оказалось, что при помоле породы происходит изменение битумосодержания в наполнителе. Методом дифференциально-термического анализа определено содержание органического вещества (т.е. битумной компоненты БС) и показатель фракционного состава органического вещества $F_{\text{орг}}$, который характеризует отношение масел и смол к асфальтенам в составе битума. Данные представлены на рис. 3. Необходимо отметить, что при содержании в породе 3,4% битума помол ведёт к некоторому изменению битумосодержания, хотя зависимость и неоднозначная. Причём, характер изменения битумосодержания и показателя фракционного состава от времени помола породы аналогичен. Из этого следует, что уменьшение битумной компоненты на поверхности частиц породы при помоле идёт, в первую очередь, за счёт масляной и смоляной фракции. Объяснить такую экстремальную зависимость достаточно сложно. Но, тем не менее, можно предположить, что при измельчении происходит удаление легколетучих фракций, поэтому показатели БС и $F_{\text{орг}}$ уменьшаются. Последующий рост этих показателей при времени помола 5 минут, может быть, обусловлен появлением бимодальности в распределении частиц по размерам. Очевидно, разные минералы, отличающиеся по прочности и по плотности, подвергаются измельчению в разной степени при изменении времени помола. Например, установлено, что доля кальцита при измельчении становится очень незначительной (до 6–7%). Это может привести к тому, что содержание битумной компоненты на частицах меньших размеров будет увеличиваться. Но при возрастании длительности помола до 7 минут происходит снова падение БС.



Таблица 2

Рецептуры жестких ПВХ-композиций, наполненных БС песчаниками (масс.ч.)

Компоненты		Номера рецептов										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ПВХ		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ДОФ		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
СтСа		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
СтРб		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Б С П	1 мин	-	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-
	3 мин	-	-	-	5	10	-	-	-	-	-	-
	5 мин	-	-	-	-	-	5	10	-	-	-	-
	7 мин	-	-	-	-	-	-	-	5	10	-	-
	Кв. песок	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	10

Очевидно, длительное механо-термическое воздействие может приводить к десорбции более низкомолекулярных фракций битумной компоненты с поверхности частиц наполнителя.

Такие физико-химические характеристики, безусловно, должны отразиться на эксплуатационных и технологических свойствах наполненных ПВХ-композиций.

Для исследований ПВХ-композиций, состав которых представлен в табл.2, были получены образцы в виде пленок и пластин. Компоненты композиции (ПВХ, пластификатор, стабилизатор, БСП) предварительно перемешивались в течение 60-90 сек. при комнатной температуре. Пленочные образцы готовились методом термопластикации на вальцах в течение 5-6 мин. при температуре валков 150-160°C и толщине зазора между валками ~8-13 мкм. Для приготовления прессованных образцов (таблеток толщиной 3 мм) отвальцованные пленки прессовали на ручном прессе при температуре 180-200°C и давлении 0,2 МПа в течение 2-4 мин.

В составе жестких ПВХ-композиций исследовано влияние времени помола наполнителя – БСП и его количества в рецептуре на эксплуатационные свойства

и условия переработки. Определялись следующие показатели: прочность и относительное удлинение при растяжении, термостабильность, плотность, теплостойкость по Вика. Эффективная вязкость расплавов композиции изучалась реологическим методом на усовершенствованном вискозиметре Хепплера [7].

На рис.4 и 5 представлены зависимости эксплуатационных свойств ПВХ-композиций, содержащих 5 и 10 масс.ч БСП, в зависимости от времени помола породы, т.е., по существу, от величины удельной поверхности наполнителя.

Содержание наполнителя в композиции влияет на характер изменения свойств. При концентрации 5 масс. ч изменение свойств образцов ПВХ от времени помола наполнителя коррелирует с изменением битумосодержания в породе. При времени помола 3 мин. наблюдаются оптимальные показатели свойств: прочность при растяжении возрастает более, чем на 10%, что коррелирует с увеличением плотности образцов. При этом наблюдается и наибольшая теплостойкость по Вика (85°C по сравнению с 81°C для ненаполненного ПВХ). В этой области, однако, наблюдается наименьшая термостабильность, что

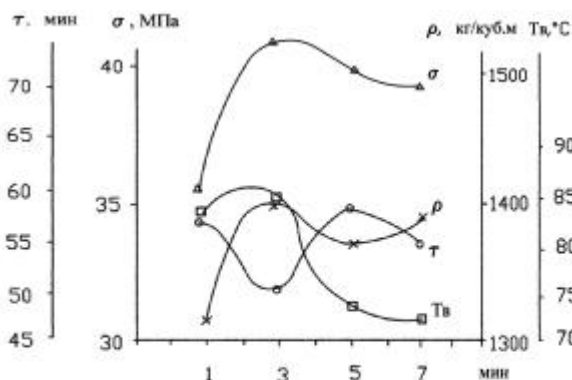


Рис.4. Зависимость разрушающего напряжения при растяжении (σ), плотности (ρ), теплостойкости по Вика (T_v) и термостабильности (τ) ПВХ, содержащего 5 масс.ч. БСП, от времени помола

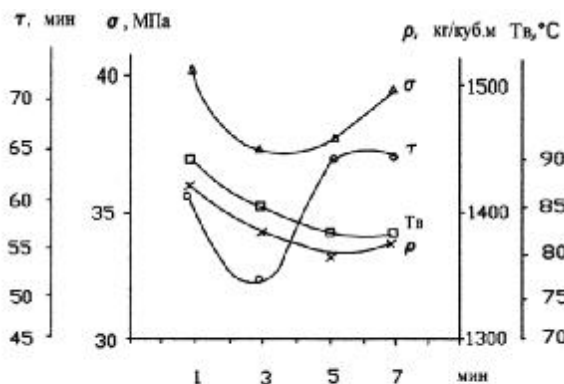


Рис.5. Зависимость разрушающего напряжения при растяжении (σ), плотности (ρ), теплостойкости по Вика (T_v) и термостабильности (τ) ПВХ, содержащего 10 масс.ч. БСП, от времени помола



вполне закономерно. Ранее было показано [8], что термостабильность ПВХ-композиций тем выше, чем больше БС в составе наполнителя. Именно для этой измельченной пробы и наблюдается наименьшее битумосодержание (рис.3). Уменьшение термостабильности не является при этом критичным, т.к. значения их достаточно велики и не препятствуют эффективной переработке расплава полимера.

При введении БСП в количестве 10 масс. ч. картина изменяется. С ростом степени диспергирования снижается прочность, теплостойкость и плотность образцов. Очевидно, это связано с тем, что при увеличении удельной поверхности частиц наполнителя и при одновременном возрастании его содержания в композиции на свойства композита начинает преобладать роль поверхностных слоев. Увеличение удельной поверхности наполнителя приводит к возрастанию доли граничного слоя в системе полимер-наполнитель и росту протяженности границы раздела фаз. В системе полимер-наполнитель могут появляться микропустоты и микропоры. Известно [9], что чем меньше размер частиц, тем больше концентрация напряжения вокруг частицы, а при значительном их количестве происходит разрыхление композита (снижение γ), уменьшение теплостойкости и прочности. И только изменение термостабильности ПВХ (t) от времени помола наполнителя продолжает коррелировать с изменением битумосодержания, т.е. битумная компонента на поверхности частиц оказывает стабилизирующее действие на макромолекулы ПВХ, входящие в граничные слои полимера и являющиеся наиболее уязвимыми с точки зрения термомеханической деструкции.

Характер изменения показателей жестких ПВХ, модифицированных БСП разной степени дисперсности, обусловлен и режимами переработки, что должно отразиться на реологическом поведении, особенно при концентрации наполнителя 10 масс. ч.

При наполнении 10 масс. ч. БСП величина удельной поверхности начинает оказывать существенное влияние на течение расплава полимера. В первую очередь, надо отметить, что при всех температурах течения при введении БСП наблюдается снижение вязкости расплавов во всей области напряжений и скоростей сдвига.

Во-вторых, выявляется резкое падение вязкости расплава при введении БСП с удельной поверхностью $\sim 13000 \text{ см}^2/\text{гр.}$, то есть полученной при помоле в течение 3 минут.

Сравнение кривых течений для исходного ПВХ и ПВХ, содержащего 10 масс. ч БСП 3-минутного помола, позволяет сделать следующие выводы (рис. 6):

- увеличение температуры, как и следовало ожидать, ведет к закономерному снижению вязкости;
- при наполнении БСП наблюдается некоторое возрастание индекса течения, то есть изменяется наклон кривых течения, в большей степени приближая

характер течения к течению с меньшей аномалией вязкости за счет разрушения структур под влиянием БСП. Именно при использовании БСП с оптимальной удельной поверхностью резко возрастает величина индекса расплава (до 0,55);

- изменение вязкости расплава в большей степени проявляется при меньших напряжениях сдвига.

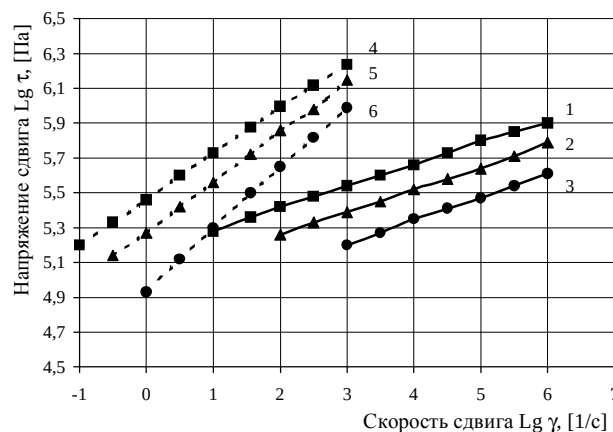


Рис.6. Кривые течения исходного и наполненного ПВХ при разных температурах. Кривые течения ПВХ:

- 1 – исходного при 180°C;
- 2 – исходного при 190°C;
- 3 – исходного при 200°C;
- 4 – содержащего 10 м.ч. БСП (при помоле в течение 3 мин) при 180°C;
- 5 – содержащего 10 м.ч. БСП (при помоле в течение 3 мин) при 190°C;
- 6 – содержащего 10 м.ч. БСП (при помоле в течение 3 мин) при 200°C

Таким образом, изучение влияния дисперсности битумосодержащего песчаника на свойства жёсткого ПВХ показало, что помол влияет не только на величину удельной поверхности частиц, но и на битумосодержание. Изменение эксплуатационных и реологических свойств при введении БСП разной удельной поверхности коррелирует с изменением битумосодержания при малых количествах наполнителя (до 5 масс.ч.), а при увеличении содержания наполнителя изменение свойств, в первую очередь, зависит от степени дисперсности. Битумосодержание породы оказывает влияние в большей степени на термостабильность полимера.

Литература

1. Рахимов Р.З., Алтыкис М.Г., Секерина Н.В., Шелихов Н.С., Кузнецов А.Т., Андреев Е.И., Габидуллин М.Г., Камалова З.А. Технологические испытания некоторых видов минерального сырья Республики Татарстан для производства строительных материалов // Сб. Казан. гос. ун-та "Проблемы геологии твердых полезных ископаемых Поволжского региона". – Казань, 1994. – с.7-15.



2. Колесникова И.В., Абдрахманова Л.А., Низамов Р.К., Хозин В.Г. Применение битумсодержащих пород в качестве наполнителей в композициях ПВХ строительных материалов // Сб. научных трудов Международной конференции “Рациональные энергосберегающие конструкции, здания и сооружения в строительстве и коммунальном хозяйстве”. – Белгород, 2002. – Ч. 2. – С.114-120.
3. Колесникова И.В., Низамов Р.К., Абдрахманова Л.А., Хозин В.Г. Модификация ПВХ-композиций битумсодержащими породами. // Сб. научных трудов Международной НТК “Композиционные строительные материалы. Теория и практика”. – Пенза, 2003. – С. 93-95.
4. Колесникова И.В., Абдрахманова Л.А., Низамов Р.К., Хозин В.Г. ПВХ-материалы с использованием битумсодержащих модификаторов // Сб. материалов XXXII Всероссийской НТК “Актуальные проблемы современного строительства”. – Пенза, 2003. – С. 21.
5. Колесникова И.В., Абдрахманова Л.А. Особенности модификации ПВХ-композиций битумсодержащими минеральными наполнителями // Сб. научных трудов Вторых Воскресенских чтений “Полимеры в строительстве”. – Казань, 2004. – С. 96-98.
6. Гузеев В.В., Рафиков М.Н., Малинский Ю.М. О вязкости расплавов композиций на основе поливинилхлорида, содержащих белую сажу // Высокомолекулярные соединения, т. 20, №5, 1978. – С.387-388.
7. Низамов Р.К. Композиционные материалы на основе ПВХ и продуктов химической переработки древесины // Дисс. канд. техн. наук. – Казань, 1980. – 174 с.
8. Колесникова И.В. ПВХ-композиции строительного назначения с битумсодержащими наполнителями // Дисс. канд. техн. наук. – Казань, 2004. – 168 с.



УДК 678.743.22.046.01

Р.К. Низамов, Э.Р. Галимов, Э.И. Нагуманова

ТЕХНИЧЕСКИЕ ЛИГНИНЫ – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МОДИФИКАТОРЫ ПОЛИМЕРНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

Современные подходы к обеспечению необходимого уровня технологических и эксплуатационных свойств в технологии производства дисперсно-наполненных полимерных строительных материалов (ПСМ) базируются на современных комплексных экспериментальных исследованиях, проверены многолетней практикой и в целом себя оправдывают. Низкая стоимость, большие запасы, высокая удельная прочность, нетоксичность предопределили особую популярность наполнителям на основе природного минерального сырья, поэтому исследований в этом направлении достаточно много. Многие классические работы по физико-химии наполненных полимеров, в частности, работы школы Ю.С. Липатова, посвящены именно таким системам [1].

В последние годы в мировой практике проведен широкий скрининг потенциальных модификаторов-наполнителей для производства полимерных материалов, позволяющий считать, что модифицирующие компоненты природного происхождения, в основном, уже полностью вовлечены в производственные процессы, ресурсы их ограничены и постепенно истощаются, поэтому резервы следует искать, в первую очередь, в различных промышленных отходах и нетрадиционных видах нерудных полезных ископаемых, отличающихся возможностью многофункционального действия на полимеры [2].

Не последнее место среди возобновляемых отходов производства занимают древесные отходы различных видов, которые выгодно отличаются по многим параметрам от минеральных, например, низкой плотностью и твердостью, что снижает износ перерабатывающего оборудования, практически неограниченной сырьевой базой.

На основе вышеизложенного очень перспективным представляется использование в качестве наполнителей ПВХ-композиций многотоннажных, возобновляемых отходов химической переработки древесины. Среди них особый интерес вызывают лигнинсодержащие соединения, как наполнители полифункционального действия. Они называются техническими лигнинами и составляют основную массу отходов. Во-первых, ежегодно огромное количество лигнинов сбрасывается в отвалы и водоемы, сжигается, что приводит к серьезным, а иногда и необратимым нарушениям экологической ситуации. Во-вторых, технические лигнины имеют относительно стабильные составы, регламентируемые соответствующими нормативно-техническими

документами. В-третьих, наличие в лигнинах большого количества активных функциональных групп (метоксильные, гидроксильные, карбоксильные, карбонильные и др.) обуславливают интерес к нему как к активному наполнителю в производстве ПСМ. В-четвертых, специфическое строение этого природного полимера, отличное от целлюлозы, предполагает положительное влияние на ряд эксплуатационно-технологических свойств.

Исследованиям закономерностей наполнения пластифицированных ПВХ-композиций древесными отходами, в том числе и лигнином, был посвящен целый ряд работ Гузеева с соавторами еще в 90-е годы [3]. Были разработаны композиции с достаточно высоким содержанием наполнителей и показано, что введение их, как и в случае минеральных наполнителей, приводит к снижению основных прочностных показателей материала. Были определены “разумные” пределы введения древесных наполнителей из отходов, позволяющие снизить полимероемкость материала и сохранить эксплуатационные свойства в допустимых значениях. Ранее нашими исследованиями [4-6] была показана эффективность наполнения ПВХ-композиций основными типами технических лигнинов: гидролизным лигнином – отходом гидролизно-дрожжевого производства Волжского завода, сульфатным лигнином – шламом сточных вод Байкальского целлюлозно-бумажного комбината дисперсностью менее 200 мкм. Основное внимание уделялось выявлению влияния различных типов лигнинов на реологические свойства пластифицированных и жестких композиций и установлению оптимальных количеств наполнителя-модификатора. Реологические свойства ПВХ-композиций исследовали на капиллярном вискозиметре постоянных давлений в интервале температур 160-190 °C по известной методике [7]. Изучение вязкостных свойств расплавов проводилось в условиях установившегося ламинарного течения и в широком диапазоне температур и режимов сдвигового деформирования. На основе полученных экспериментальных данных построены истинные коррелированные кривые течения расплавов исследованных ПВХ-композиций. Для пластифицированных композиций во всем интервале содержания пластификатора – диоктилфталата наблюдается снижение эффекта падения вязкости, по мере увеличения температуры и напряжения сдвига в присутствии лигнинов.

На кривых течения выявлен лишь участок,



соответствующий структурной (эффективной) вязкости и отвечающий режимам течения с вязкостью, уменьшающейся по мере увеличения интенсивности деформирования. Обработка кривых течения проведена для расчета значений эффективной вязкости расплавов. На рис.1 в качестве примера представлены зависимости эффективной вязкости расплавов пластифицированного ПВХ (содержание ДОФ 40 масс.ч.) от содержания гидролизного лигнина, который, как установлено нашими исследованиями, оказался наиболее эффективным из всех изученных семи типов технических лигнинов и продуктов химической переработки древесины.

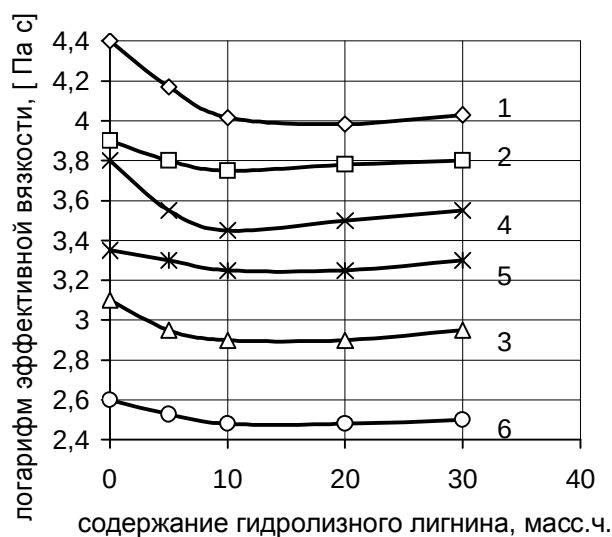


Рис.1. Зависимость логарифма эффективной вязкости расплавов пластифицированного ПВХ от содержания гидролизного лигнина при $\lg t = 4,7$ (1,2,3) и $4,9$ (4,5,6) 1,4 - при 160; 2,5 - при 180 и 3,6 - при 190 град. С

Видно, что концентрационные кривые изменения вязкости носят экстремальный характер с минимумами, величина которых с увеличением температуры и напряжения сдвига уменьшается. С увеличением содержания наполнителя при постоянном напряжении сдвига наблюдается небольшое возрастание вязкости, которое при температурах выше 180 °С практически отсутствует. Реологические исследования проведены до концентраций лигнинов 30 масс.ч. на 100 масс.ч. ПВХ, однако, как показали результаты изучения технологических и эксплуатационных свойств, до 50 масс.ч. лигнинов вполне могут быть положительно совмещены в ПВХ-композициях.

Оценка технологической и эксплуатационной эффективности модификации свойств пластифицированного ПВХ гидролизным лигнином проведена в сравнении с другими неспецифическими видами древесных отходов.

Кроме гидролизного лигнина, были использованы следующие виды древесных отходов:

1. Древесная мука – отход мебельного производства. Микроскопический анализ показал наличие, в основном, тонкодисперсных частиц размером 5-10мкм, кроме того,

присутствие порядка 10% волокнистых включений размером 300-400мкм.

2. Пробковая мука (крошка коры пробкового дуба) – отход обувного производства, в частности, ортопедического. В составе отходов фракция размером менее 0,5 мм составляет до 25 масс.%. Именно эта фракция и использована для наполнения ПВХ. В состав пробки входят спирты и фенолы, карбонилы, мочевины, аминокислоты, вторичные амины, метилкетоны.

3. Скоп – отход целлюлозно-бумажной промышленности. Ценность этого отхода состоит в том, что он является заменителем некоторых традиционных строительных материалов [8]. Влажность скопа до переработки в листообразный материал составляет 19-65%, pH-5,9-6,5. Степень дисперсности составляет 60-63° (в целлюлозно-бумажной промышленности степень дисперсности волокнистых материалов измеряется в градусах).

В процессе переработки композиций отмечена низкая технологическая совместимость СКОП с компонентами пластифицированного ПВХ. Предельное содержание СКОП составляет 30 масс.ч. на 100 масс.ч. ПВХ.



Рис. 2. Зависимость показателя текучести расплавов пластифицированного ПВХ от содержания древесных отходов 1- лигнин; 2 - древесная мука; 3 - пробковая крошка; 4 - СКОП

По влиянию на перерабатываемость (рис.2) рассмотренные древесные отходы можно разделить на две группы.

К первой группе относятся: древесная мука и лигнин. В их присутствии отмечается увеличение показателя текучести расплава, причем в случае древесной муки повышение показателя текучести носит экстремальный характер. В присутствии гидролизного лигнина во всей области концентраций наблюдается повышение текучести расплава. Повышение показателя текучести, очевидно, может быть обусловлено, кроме высокой удельной поверхности частиц, и наличием в его составе до 9-10 % смол и жиров, способных оказывать дополнительное



пластифицирующее действие на ПВХ.

Ко второй группе наполнителей относятся отходы производства пробки и СКОП. Их введение затрудняет процесс течения ПВХ-композиций, с этим связано падение показателя текучести расплавов. Очевидно, развитая микрокапиллярная поверхность частиц этих наполнителей приводит к сорбции пластификатора и снижению его пластифицирующего действия.

В противоположность изменению показателя текучести расплавов, в присутствии пробковой крошки и СКОП в большей степени повышается термостабильность ПВХ (рис.3).

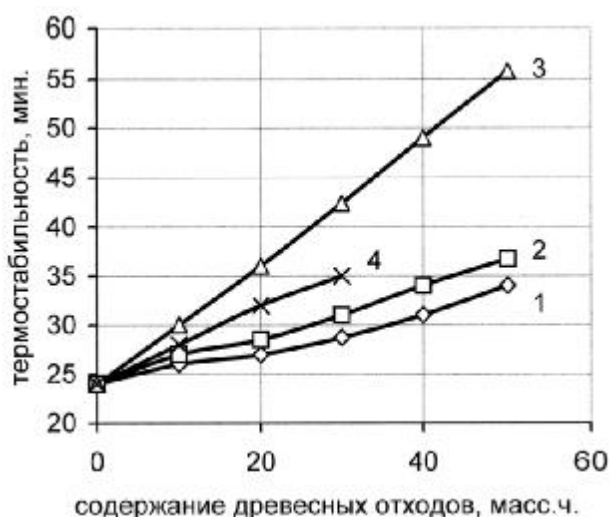


Рис. 3. Зависимость показателя термостабильности пластифицированного ПВХ от содержания древесных отходов 1- лигнин; 2 - древесная мука; 3 - пробковая крошка; 4 - СКОП

Так, композиция, содержащая 50 масс.ч. пробковой крошки, имеет термостабильность в 2,5 раза большую, чем ненаполненная композиция. Общий характер повышения термостабильности в присутствии всех рассмотренных древесных отходов объясняется их высокой сорбционной способностью (в наибольшей степени для пробковой крошки и СКОП) по отношению к хлористому водороду, выделяющемуся при термодеструкции ПВХ и оказывающему автокаталитическое действие на процесс распада полимера. Таким образом, повышение вязкости расплавов ПВХ при введении пробковой крошки и СКОП и, соответственно, необходимость более высоких температур переработки компенсируется высокой термостабильностью композиций в присутствии этих модификаторов.

Как показали исследования, наполнение всеми видами изученных отходов приводит к повышению водопоглощения, что является вполне закономерным для древесных отходов (рис.4). Однако, в меньшей степени это присуще композициям, содержащим гидролизный лигнин.

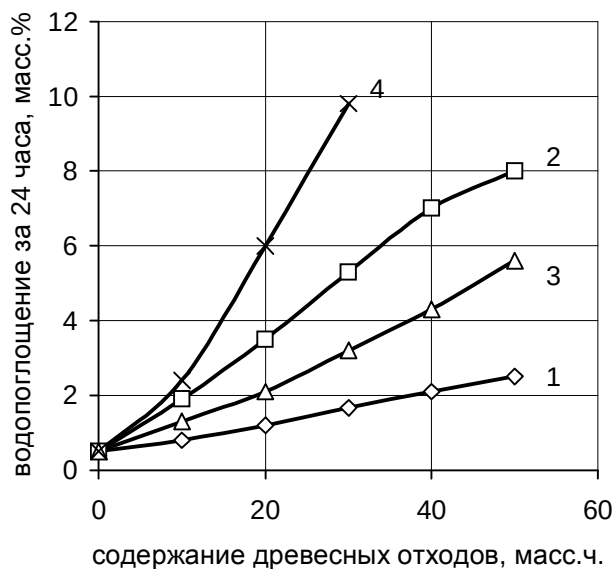


Рис. 4. Зависимость водопоглощения пластифицированного ПВХ от содержания древесных отходов 1- лигнин; 2 - древесная мука; 3 - пробковая крошка; 4 - СКОП

Таким образом, по комплексу эксплуатационно-технических и технологических свойств среди всех рассмотренных нетрадиционных видов древесных отходов в качестве эффективных наполнителей пластифицированного ПВХ могут быть рекомендованы технические лигнины. Эффективность других видов отходов, в частности, пробковой крошки и СКОП, очевидно, в большей степени будет проявляться в непластифицированном ПВХ.

Литература

1. Липатов Ю.С. Физическая химия наполненных полимеров. – М.: Химия, 1977. – 3-4 с.
2. Равич Б.М., Окладников В.П., Лыгач В.Н., Менковский М.А. Комплексное использование сырья и отходов. – М.: Химия, 1979. – 272 с.
3. Ежов Б.С., Мозжухин В.Б., Козлова И.И., Гузев В.В., Малышева Г.П., Уртминцева Н.П., Киселев А.М., Юшкова С.М. Свойства композиций на основе пластифицированного ПВХ с древесными наполнителями // Пласт. массы, №7, 1988. – С.12-14.
4. Низамов Р.К. Композиционные материалы на основе ПВХ и продуктов химической переработки древесины // Дисс. канд. техн. наук. – Казань, 1980. – 174 с.
5. Галимов Э.Р., Низамов Р.К., Евдокимов И.В. Влияние гидролизного лигнина на реологические свойства ПВХ // Пласт. массы, №4, 1989. – С.56-58.
6. Низамов Р.К., Галимов Э.Р., Евдокимов И.В., Хозин В.Г. Влияние гидролизного лигнина на реологические свойства пластифицированного ПВХ // Пласт. массы, №5, 1990. – С. 49-51.
7. Бернхард Э. Переработка термопластичных материалов. – М.: Химия, 1965. – 748 с.



УДК 691.328:620.193

В.С. Изотов

ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА БЕТОНА ПО ОТНОШЕНИЮ К СТАЛЬНОЙ АРМАТУРЕ КАК ФУНКЦИЯ СТРУКТУРЫ ЦЕМЕНТНОГО КОМПОЗИТА

Многолетний опыт эксплуатации зданий и сооружений показывает, что одной из причин преждевременного их разрушения является коррозия стальной арматуры, возникновению и ускоренному протеканию которой в значительной мере способствует коррозия самого бетона [1-3]. Поэтому защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре являются важнейшим условием обеспечения долговечности железобетона. Железобетонные конструкции при значительных коррозионных повреждениях, особенно, если корродирует арматура, становятся практически неремонтопригодными.

Наиболее благоприятным условием для обеспечения долговечности конструкций является пассивное состояние стали, когда при любом влажностном состоянии цементного бетона арматура практически не подвергается коррозии. Пассивное состояние арматуры сохраняется, пока не произойдет снижение рН поровой влаги бетона ниже некоторого предела (примерно до 11,5) [2,4], либо содержание в ней ионов-активаторов, в частности, хлорид-ионов, не превысит некоторое критическое значение (0,1...0,4% по массе цемента) [4]. Существенное влияние на защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре оказывает вид цемента, который влияет как на способность связывать CO_2 , так и на диффузионное сопротивление прониканию CO_2 . Чем больше в бетоне щелочных продуктов гидратации, тем больше CO_2 может быть связано и тем медленнее перемещается фронт карбонизации в глубь бетона. С другой стороны, в цементах, которые содержат пуццолановые добавки, со временем количество $\text{Ca}(\text{OH})_2$ еще более понижается вследствие реакции компонентов с пуццолановой добавкой и скорость карбонизации может увеличиться.

Коррозия стальной арматуры в бетоне, как известно [1-4], представляет собой электрохимический процесс, протекающий при наличии контакта поверхности металла с растворами электролитов, которыми могут служить водные растворы солей, щелочей и т.д.

Особенность электрохимической коррозии заключается в том, что окисление (ионизация) атомов металла и восстановление окислителя протекает в виде двух сопряженных реакций на различных участках поверхности металла (аноде и катоде), сопровождающихся возникновением между этими участками электродвижущей силы (ЭДС) и протеканием электрического тока. Механизм электрохимической коррозии подобен механизму работы гальванического элемента.

Интенсивность коррозии арматурной стали в бетоне зависит, прежде всего, от толщины и плотности защитного слоя бетона, щелочности (рН) контактирующего с металлом электролита, характера окружающей среды и свойств самой арматуры.

Если первые два фактора влияют главным образом на катодную поляризуемость, то щелочность (рН) определяет анодную поляризуемость и способность металла переходить при $\text{pH} > 11,8$ в пассивное состояние.

Использование смешанных вяжущих, содержащих в своем составе повышенные дозировки активных минеральных добавок, позволяет повысить ряд важнейших физико-механических свойств бетона. Вместе с тем, уменьшение доли клинкерной составляющей может привести к снижению долговечности конструкций из-за возможного снижения рН поровой жидкости бетона.

Поэтому, всякий раз применяя для изготовления конструкций новые материалы, в том числе химические и активные минеральные добавки (АМД), необходимо проверять защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре.

Защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре при использовании смешанных вяжущих изучены недостаточно полно. В литературе приводятся противоречивые данные по влиянию зол и других пуццолановых добавок на состояние стали в бетоне. Так, по данным [5], введение золы в состав тяжелых и легких бетонов приводит к ускорению процесса коррозии стали. С другой стороны, в работах [6,7] отмечается не только отсутствие коррозии стали, но и приводятся экспериментальные данные, подтверждающие замедление коррозионных процессов стали в бетоне с золой.

Защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре следует рассматривать как функцию структуры защитного слоя. Действительно, по опытным данным [2,4], сохранность стали в бетоне обеспечивается при рН поровой жидкости более 12, что свидетельствует о наличии в составе защитного слоя щелочных продуктов гидратации вяжущего и $\text{Ca}(\text{OH})_2$. В свою очередь, длительная сохранность высокого значения рН среды в полной мере связана со структурой порового пространства защитного слоя, способной сопротивляться диффузионному перемещению CO_2 в глубь защитного слоя. Поэтому при изучении влияния состава смешанного вяжущего на защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре следует уделить особое внимание формированию оптимальной структуры цементного камня как матрицы бетона, способной оказывать



Таблица 1

Значение плотностей тока стальной арматуры в мелкозернистом бетоне при потенциале 0,3 В по отношению к хлорсеребряному электроду сравнения

Доля ЦСП в смешанном вяжущем, %	Плотность тока, мкА/см ²	Коэффициент повышения защитных свойств бетона, К	Характеристика состояния стали
-	0,43	1,0	пассивное
10	0,13	3,31	пассивное
20	0,03	14,3	пассивное
30	0,04	10,8	пассивное
40	2,01	0,21	пассивное
50	18,97	0,02	пассивное

сопротивление проникновению влаги, кислорода и CO₂ к поверхности стали.

В данной статье исследовано влияние состава смешанного вяжущего на состояние стальной арматуры в бетоне электрохимическим методом. Часть исследований выполнена с применением прямых методов. Испытание стали проводилось в мелкозернистом бетоне по методике, описанной в работе [1]. Часть испытаний выполнена на образцах бетона как на плотном (гравий Камского месторождения), так и на пористом заполнителе (керамзит Казанского завода с фракции 5-20 мм с насыпной плотностью 500-550 кг/м³). В экспериментах использовано смешанное вяжущее, полученное совместным домолом портландцемента марки 400 Ульяновского цементного завода с цеолитсодержащей породой (ЦСП) Татарско-Шатрашанского месторождения Республики Татарстан или с золой гидроудаления Казанской ТЭЦ-2 в присутствии модифицирующих добавок до оптимального значения удельной поверхности. Содержание активной минеральной добавки в вяжущем изменялось от 10 до 50%. Такой способ приготовления смешанного вяжущего позволяет активизировать не только клинкерную часть портландцемента, но и активную минеральную добавку за счет дополнительной аморфизации силикатной фазы

ЦСП или стеклофазы золы ТЭЦ [8,9].

Учитывая, что бетоны на данных видах смешанных вяжущих наиболее рационально использовать при пропаривании, а также сложившееся мнение, что защитные свойства пропаренных бетонов, особенно на пористых заполнителях ниже, чем бетонов на плотных заполнителях естественного твердения, исследования выполнялись на образцах бетона, пропаренных при температуре 90°С. Испытание образцов производилось в возрасте 27, 180 и 360 суток последующего твердения в комнатных условиях в среде с относительной влажностью 50-55%.

Экспериментальные данные по влиянию состава смешанного вяжущего на защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре приведены в табл. 1.2. За критерий оценки защитных свойств бетона на смешанном вяжущем принято значение плотностей тока стальной арматуры в пропаренном мелкозернистом бетоне состава 1:3 по ГОСТ 310-76 при потенциале 0,3В по отношению к хлорсеребряному электроду сравнения в возрасте 28 суток воздушно-влажного хранения.

Как видно из данных табл. 1 и 2, АМД, вводимые в состав смешанного вяжущего до 30%, не снижают защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре, о чем свидетельствует значение плотности тока

Таблица 2

Влияние золы ТЭЦ на защитные свойства бетона

Доля золы в составе вяжущего, %	Плотность тока, мкА/см ²	рН жидкой фазы в зоне расположения арматуры	Характеристика состояния стали
-	5,83*	12,61	Пассивное
10	6,0	12,61	Пассивное
20	6,2	12,60	Пассивное
30	8,1	12,50	Пассивное
40	11,0	12,00	Неустойчивое
50	19,2	11,60	Активное

Примечание: Значение плотности тока приведено после 50 циклов попеременного увлажнения и высушивания.



Таблица 3

Значения плотности тока стали в мелкозернистом бетоне с добавкой ингибитора при потенциале 0,3В

Содержание добавки нитрита натрия, %	Плотность тока, мкА/см ²	рН водного раствора	Состояние стали
-	20,19	11,6	активное
0,3	20,4	11,7	активное
0,6	20,8	11,8	активное
1,0	9,2	11,85	пассивное
1,5	7,9	11,9	пассивное
2,0	5,6	11,9	пассивное

стали в бетоне ниже критического. Это обусловлено высокой плотностью защитного слоя бетона, оптимальной поровой структуры, способной сопротивляться диффузионному проникновению воды и CO₂ к поверхности стали. С увеличением содержания АМД в составе вяжущего более 30% защитные свойства бетона падают, и сталь находится в активном состоянии.

Введение в состав вяжущего золы гидроудаления до 30% не снижает защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре. С увеличением дозировки золы более 30% происходит увеличение раздвижки зерен портландцемента, уменьшается плотность упаковки, повышается пористость цементного камня и, соответственно, облегчается доступ воды и CO₂ к поверхности стали.

Поскольку увеличение доли АМД в составе смешанного вяжущего более 30% вызывает коррозию арматурной стали в бетоне, то представляло интерес проверить эффект введения в состав бетона ингибитора коррозии - нитрита натрия - с целью расширения области применения бетонов на данном виде вяжущего.

В эксперименте использовался мелкозернистый бетон состава 1:3. Бетон изготавливался из смешанного вяжущего, в котором доля ЦСП составляла 50%. Нитрит натрия, как ингибитор коррозии стали, вводился в

количестве 0,3-2% от массы вяжущего с водой затворения. Контрольные образцы мелкозернистого бетона с арматурными стержнями пропаривали при 90°C, а затем выдерживали 27 суток в камере с температурой 20°C и с относительной влажностью 95-100 %, затем подвергали испытанию ускоренным электрохимическим методом. Влияние нитрита натрия на защитные свойства бетона на смешанном вяжущем приведены в табл. 3. Как следует из данных табл.3, применение добавки нитрита натрия в количестве 1-2% в бетоне на смешанном вяжущем с высокой долей АМД дает положительный эффект. Это обусловлено активным влиянием нитрита натрия на формирование поровой структуры цементного камня. Известно [2], что введение нитрита натрия в бетонную смесь обеспечивает пассивацию стали за счет создания на ее поверхности защитной пленки из групп NO₂⁻, препятствующей совместно с гидроксил-ионами анодному растворению стали.

Как видно из данных табл. 3, введение нитрита натрия в состав мелкозернистого бетона на смешанном вяжущем с содержанием 50% активной минеральной добавки оказывает влияние на состояние стальной арматуры в бетоне. Введение нитрита натрия в состав бетона, начиная с дозировки 1% и более, способствует прекращению коррозионного процесса стали и

Таблица 4

Прочность цементного камня и бетона с комплексной добавкой

Содержание добавок, %		Прочность цементного камня после ТВО, МПа, через		Прочность при сжатии бетона после ТВО, МПа, через	
ЦСП	NaNO ₂	4 часа	28суток	4 часа	28 суток
30	-	29.3	33.2	21.0	25.0
30	1	29.9	34.3	22.5	28.1
30	2	28.7	33.0	20.1	23.8
50	-	26.0	31.8	17.3	22.6
50	0.3	24.5	30.3	18.0	23.0
50	0.6	26.0	30.6	17.9	23.2
50	1	25.0	31.5	18.4	25.9
50	2	25.5	31.0	17.7	23.4



обеспечивает ее пассивное состояние.

Механизм защитного действия бетона на смешанном вяжущем, по нашим данным, заключается в повышении плотности бетона, главным образом, за счет капиллярных пор, уменьшения их радиуса, а также более полной гидратации цемента и пониженной капиллярной пористости.

При использовании ингибиторов коррозии стали в бетонах, применяемых в ответственных сооружениях, важно, чтобы они не давали побочных явлений, например, снижения прочности бетона. С этой целью в данном разделе были выполнены исследования по влиянию нитрита натрия на прочность пропаренного мелкозернистого бетона на смешанном вяжущем, с содержанием в своем составе 30% и 50% ЦСП. Результаты влияния нитрита натрия на прочность бетона приведены в табл. 4.

Известно, что защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре существенно зависят от плотности защитного слоя бетона. В табл. 5 приведены данные, характеризующие строение порового пространства защитного слоя бетона на смешанном вяжущем.

Поровая структура бетона определялась по кинетике водопоглощения в соответствии с методикой, изложенной в работе [8].

Из данных, приведенных в табл.5, следует, что наибольшую интегральную (кажущуюся) пористость имеет бетон с максимальным содержанием активной минеральной добавки в составе смешанного вяжущего, а наименьшую – бетон, где в составе вяжущего содержится 30% активной минеральной добавки; наибольший средний радиус капилляров характерен для структуры бетона, изготовленного на смешанном вяжущем с содержанием ЦСП 50% от массы вяжущего; а наименьший - для структуры бетона на смешанном вяжущем, содержащем 20% ЦСП; наиболее однородной по размерам пор является структура бетона на смешанном вяжущем с максимальным содержанием ЦСП, а, соответственно, наименее однородной - структура бетона на смешанном вяжущем, содержащем 20% добавки.

Одним из условий обеспечения долговечности железобетонных конструкций является плотность защитного слоя бетона, способного сопротивляться проникновению к поверхности стальной арматуры паров воды и углекислого газа, совместное влияние которых приводит к карбонизации бетона и понижению величины pH.

С целью определения срока полной карбонизации защитного слоя бетона исследуемых составов и сравнительной оценки их проницаемости был определен эффективный коэффициент диффузии углекислого газа в карбонизованном слое бетона.

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что увеличение дозировки в составе смешанного вяжущего, как золы, так и ЦСП, приводит к повышению его проницаемости для углекислого газа, следовательно, со временем защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре понизятся.

Определение расчетного периода нейтрализации защитного слоя бетона показало, что в бетоне класса В25, содержащем более 50% золы и ЦСП от массы портландцемента при толщине защитного слоя 20 мм, фронт карбонизации может достигнуть поверхности арматуры уже через 20 лет. В бетоне класса В15 на данном виде вяжущего период нейтрализации защитного слоя толщиной 20 мм не превышает 10 лет.

Сохранность стальной арматуры в бетонах на смешанных вяжущих оптимального состава различного возраста и условий твердения может быть связана с высокой плотностью структуры, достаточным содержанием гидроксил-ионов для поддержания щелочности среды на уровне $pH=12$, отсутствием в составе как золы, так и ЦСП вредных для арматуры компонентов, стимулирующих коррозионные процессы.

Плотная структура цементного камня и растворной составляющей бетона на смешанных вяжущих оптимального состава ограничивает диффузионную проницаемость бетона для кислорода и углекислого газа. Это приводит к уменьшению доступа газа к поверхности арматуры и карбонизации защитного слоя. Анализ кинетики карбонизации пропаренного бетона на смешанном вяжущем, как с использованием золы, так и с использованием ЦСП, показывает ее затухающий

Таблица 5

Основные параметры структуры пор мелкозернистого бетона

Доля ЦСП в вяжущем, %	Интегральная пористость, %	Средний радиус капилляров	Однородность пор по размерам	pH водной вытяжки
0	7.37	0.54	0.60	12.9
10	7.01	0.39	0.65	12.9
20	6.81	0.32	0.55	12.8
30	6.91	0.35	0.56	12.7
40	7.50	0.51	0.62	12.3
50	8.50	0.56	0.76	11.6



Таблица 6

Расход материалов на 1м ³ бетона, кг							R ₂₈ , МПа	pH в возрасте, сут.	
Це- мент	Гравий	Керамзит	Песок	Вода	ЦСП %	ЛСТ, %		28	360
410	1253	-	518	222	-	-	28,9	12,5	12,3
350	1287	-	432	190	15	-	31,4	12,2	12,0
350	1287	-	432	163	15	0,25	38,0	12,7	12,3
330	1287	-	432	170	20	0,8	35,1	12,4	12,2
325	-	475	409	305	-	-	14,3	12,3	12,1
260	-	473	350	259	20	-	15,6	12,0	12,0
260	-	473	350	230	20	0,25	20,3	12,5	12,2
260	-	473	350	235	20	0,8	17,6	12,1	12,1

характер. Толщина карбонизованного слоя зависит от условий твердения образцов. Так, например, при попеременном увлажнении и высушивании бетона при комнатной температуре толщина карбонизованного слоя в возрасте как 180, так и в возрасте 360 суток меньше на 2-3 мм, чем аналогичных образцов, твердевших в комнатных условиях в среде с относительной влажностью 50-55%. Это обусловлено дополнительным сопротивлением проникновению кислорода и углекислого газа через капилляры, заполненные водой. Это приводит к карбонизации лишь поверхностного слоя бетона, сохраняя вблизи поверхности стали через 1- 5 лет хранения образцов в атмосферных условиях величины pH=12,45-12, 47, что достаточно для пассивации стали и гарантирует ее сохранность.

В табл.6 приведены составы тяжелого и легкого бетона с применением ЦСП и результаты определения pH водной вытяжки образцов в возрасте 28 и 360 суток последующего нормального твердения.

После того, как были сняты поляризационные кривые, образцы были разрушены, а арматура извлечена из бетона. Осмотр арматурной стали под микроскопом показал, что на ее поверхности отсутствуют признаки коррозии.

Таким образом, ни уменьшение количества цемента, ни возможность поглощения части Са(ОН)₂ активным кремнеземом ЦСП и стеклофазой золы гидроудаления в бетонах на смешанных вяжущих оптимального состава не приводят к снижению pH до величин, опасных с точки зрения коррозии арматуры.

Анодные и катодные гальваностатические кривые стали в исходном состоянии и после 12 месяцев хранения на воздухе показывают, что замена 20% цемента на АМД фактически не влияет на анодную поляризуемость стали, в то же время угол наклона катодных поляризационных кривых увеличивается, свидетельствуя о затрудненности поступления кислорода к арматуре.

Литература

1. Алексеев С.Н. Коррозия и защита арматуры в бетоне. – М.: Стройиздат, 1968. – 230 с.
2. Алексеев С.Н., Иванов Ф.М., Модры С., Шисль П. Долговечность железобетона в агрессивных средах. – М.: Стройиздат, 1990.
3. Алексеев С.Н., Чернышев Ю.П. Защита арматуры от коррозии в бетонах на шлаковых и зольных материалах. // Бетон и железобетон, №8, 1978. – С.10-12.
4. Hsu T.T.C. Slate F.O. Sturman G. Winter G. Microcracking of Plain Concrete and the Shape of the Stress Strain Curve // J.Amer.Conc.Inst. –1963. –N2. –Prog.60. –P.209-224.
5. Кокубу М., Ямада Д. Цементы с добавкой золы-уноса. Основной доклад. // В кн.: Шестой международный конгресс по химии цемента. Т.3. Цементы и их основные свойства. – М: Стройиздат, 1976. – С. 83-94.
6. Зола-унос – замедлитель коррозии стальной арматуры в бетонах. // Пром. Строит. Материалов: Реф. инф. Сер.3. Промышленность сборного железобетона: ВНИИЭСМ, Вып. 6, 1973. – С. 32-34.
7. Павленко С. И., Якущенко В.Ф., Крылов Б.А. Свойства тяжелого бетона с повышенной дозировкой золы ТЭС. // Бетон и железобетон, №12, 1976. – С.9-12.
8. ГОСТ 12730.0 - ГОСТ 12730.5-78. Бетоны. Методы определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости.
9. Изотов В.С., Морозова Н.Н. Смешанное вяжущее для бетонов, твердеющих при пропаривании. // Строительные материалы, № 12, 1998. – С. 19-20.
10. Изотов В.С. Формирование структуры и свойств бетонов на активированных смешанных вяжущих // Материалы академических чтений РААСН. Часть 1. Новые научные направления строительного материаловедения. – Белгород, 2005. – С. 185-196.



691.327:666.97+ 69.057.4:691.327

Н.М. Морозов, О.В. Хохряков, Н.Н. Морозова, В.Г. Хозин

МЕЛКОЗЕРНИСТЫЙ БЕТОН ДЛЯ РЕМОНТА БЕТОННЫХ ОСНОВАНИЙ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ СТАНЦИЙ

В процессе эксплуатации бетонные покрытия нефтеперегонных и нефтеперерабатывающих станций постоянно подвергаются совместному воздействию жидких агрессивных сред в виде жирных кислот, водных растворов различных солей и температурно-влажностных факторов, вызывающих интенсивную коррозию бетона. При длительном воздействии минеральных нефтяных масел и солей прочность бетона постепенно снижается, что объясняется снижением сцепления контактов срастания новообразований цементного камня, отсутствием воды в пропитанном маслом бетоне, которое исключает гидратацию клинкера и самозалечивание трещин, а также наличием в маслах кислот и поверхностно-активных веществ.

Необходимым условием долговечности конструкций, подвергающихся постоянным агрессивным воздействиям, является применение бетонов повышенной плотности и непроницаемости. Получение бетонов с высокой относительной плотностью достигается применением следующих материалов [1, 2]:

- заполнителей с минимальной пустотностью;
- расширяющихся цементов с эффектом самоуплотнения;
- добавок с пластифицирующим эффектом, уменьшающих капиллярную пористость затвердевшего бетона.

На кафедре ТСМИК для устройства бетонных покрытий разработан состав мелкозернистого бетона с повышенными технологическими и физико-механическими характеристиками.

В качестве вяжущего для бетона использовали напрягающий цемент (НЦ), который, как известно, отличается высокой степенью самоуплотнения за счет интенсивного взаимодействия алюмо- и сульфосодержащих фаз с образованием этtringита – сложного минерала, имеющего абсолютный объем, в несколько раз превышающий объем исходных веществ. НЦ относится к быстротвердеющим и быстросхватывающимся вяжущим, имеющим повышенные характеристики по прочности на сжатие, изгиб и растяжение. В работе использовали НЦ Пашийского металлургического-цементного завода, имеющий следующие характеристики: начало схватывания 15 мин, конец схватывания 20 мин, линейное расширение в пределах 1-1,2 % и нормальную густоту 25%. С целью удлинения технологического интервала укладки мелкозернистой бетонной смеси напрягающий цемент модифицировали замедлителем схватывания, который позволил увеличить время начала схватывания до 40 мин, а конец - до 60 мин.

Остовом мелкозернистого бетона является песок. Крупность, качество поверхности, прочность зерен, гранулометрический состав и водопоглощение в известной степени определяют плотность и прочность

Таблица

Физико-технические свойства песков

№	Содержание фракций, %			Плотность, кг/м ³		Пустотность, %		Мо- дуль круп- ности	Удельная поверх- ность по формуле Ладинского
	5 – 1,25	1,25 – 0,315	0,315 – 0,14	насып- ная	уплот- нение вибриро- ванием	насып- ная	уплот- нение вибриро- ванием		
1	Песок предприятия «Нерудматериалы» 36 44 20			1605	1775	39,4	33	2,75	23,1
2	Песок «Гравзавода» («старая карта») 36 55,3 8,7			1625	1790	38,7	32,5	3,03	18,4
3	Песок «Гравзавода» («новая карта») 16,8 66,5 16,7			1575	1745	40,6	34,2	2,35	25,9
4	Песок оптимальной гранулометрии 60 20 20			1680	1860	36,6	29,8	3,35	18,33

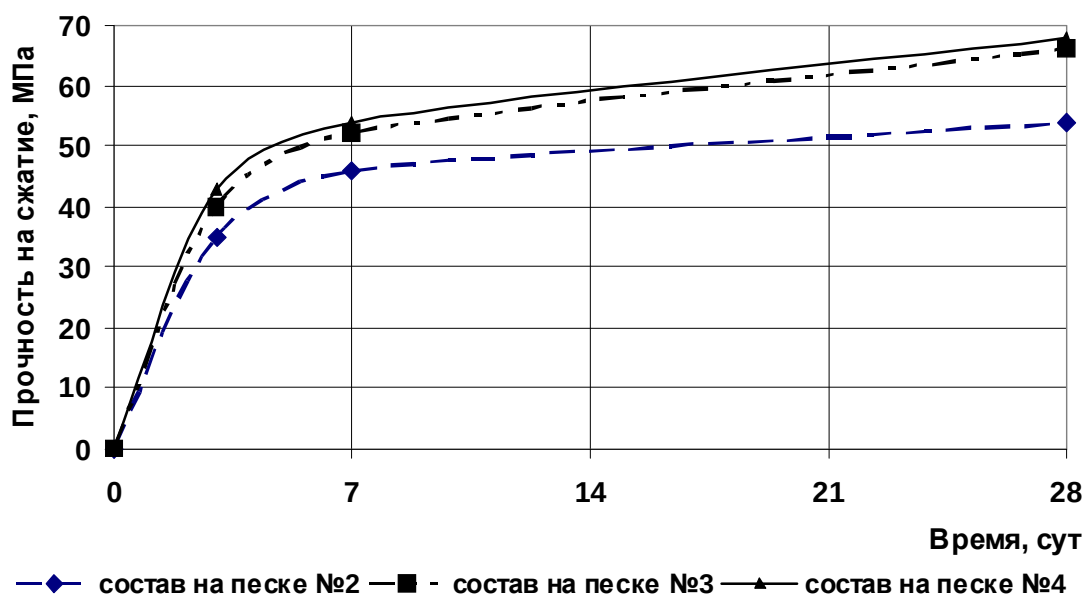


Рис. Кинетика твердения мелкозернистого бетона

упаковки зерен песка, сцепление между ними и цементным камнем и, следовательно, свойства мелкозернистого бетона [3]. Анализ песков (табл.), производимых основными предприятиями Республики Татарстан, показал, что их фракционный состав не обеспечивает максимальную упаковку зерен и минимальную удельную поверхность.

Меньшая удельная поверхность песка приводит к снижению водопотребности мелкозернистой бетонной смеси, что в результате сокращает капиллярную пористость затвердевшего бетона и способствует увеличению его прочности и долговечности.

Другим способом снижения водопотребности бетонной смеси является применение водоредуцирующих добавок, среди которых наиболее эффективными являются суперпластификаторы, которые помимо регулирования водопотребности позволяют получать высокоподвижные мелкозернистые смеси с низким водоцементным отношением.

Мелкозернистый бетон на основе напрягающего цемента, модифицированного химическими добавками, и песка оптимального фракционного состава обладает следующими технологическими и физико-механическими показателями. Водоцементное отношение в полученных составах составило менее 0,4, что удовлетворяет требованиям по долговечности, предъявляемым к бетонным покрытиям. Подвижность бетонной смеси по расплыву конуса составляла 185-190 мм, ее жизнеспособность находилась в пределах 25-30 мин.

Сравнение прочности бетона на сжатие в возрасте 3, 7 и 28 суток (рис.) на песках №2, 3, 4 показало, что мелкозернистый бетон на песке №4 имеет более высокую прочность. Его прочность при изгибе составила 6 и 8,5 МПа в возрасте 3 и 28 суток, соответственно. Водопоглощение не превышало 4%, что соответствует требованиям, предъявляемым к дорожным покрытиям (не более 5%).

Комплексное применение указанных материалов позволило получить высокопрочный и быстротвердеющий мелкозернистый бетон, который отличается высокой ранней (40 МПа на 3сутки) и конечной прочностью (50-60 МПа на 28 суток) при обеспечении соответствующих технологических характеристик смеси (расплыв конуса 180-190 мм, жизнеспособность до 20-30 мин). Разработанный состав мелкозернистого бетона был применен при устройстве бетонного покрытия добывающей нефтяной станции (ДНС-30) в г. Альметьевске.

Литература

1. Алексеев С.Н., Иванов Ф.Н., Модры С., Шисль П. Долговечность бетона в агрессивных средах. – М.: Стройиздат, 1990. – 320 с.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 500 с.
3. Баженов Ю.М. Высокопрочный мелкозернистый бетон для армоцементных конструкций. – М.: Госстройиздат, 1963. – 128 с.



УДК 665.775.5

Д.Б. Макаров, А.В. Мурафа, Л.Ш. Сибгатуллина, В.Г. Хозин

ДОРОЖНЫЕ ПОКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ АНИОНАКТИВНЫХ БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Дорожное строительство является одной из самых востребованных отраслей народного хозяйства России. Ежегодно для строительства новых и ремонта существующих покрытий дорог потребляется огромный объем материалов, ведущее место среди которых занимают асфальтобетоны на битумных вяжущих. Классическая технология устройства покрытий из горячих асфальтобетонных смесей (АБС) энергоемка, экологически не безупречна. Применение битумных эмульсий (БЭ), в частности, анионактивных, является наиболее перспективным и развиваемым направлением, поскольку позволяет перейти от “горячих” технологий получения и укладки асфальтобетона к “холодной” поверхностной обработке покрытий дорог, продлить дорожно-строительный сезон, улучшить качество дорожных покрытий и, главное, их долговечность.

Нами проведена работа по оценке возможностей применения разработанных анионактивных битумных эмульсий для производства холодного асфальтобетона и модификации ими цементного бетона. С экономической точки зрения для получения БЭ в качестве анионактивных эмульгаторов целесообразно использовать побочные продукты и отходы химической промышленности, в частности, кубовые остатки дистилляции жирных кислот (полученные из растительных масел): отход переработки хлопкового масла (ОПХМ) и флотогудрон (ФГ).

На основе сравнительного анализа имеющихся технологий приготовления битумных эмульсий выявлено, что комбинированное эмульгирование является наиболее эффективным способом получения анионактивных эмульсий [1]. Это позволяет получить тонко дисперсные эмульсии даже на малоактивных битумах. Если при традиционном способе эмульгирования битумов применяются готовые мыла, то при комбинированном эмульгировании половина жирных кислот вводится в битум, а вторая половина подвергается омылению в водном растворе. А далее оба состава смешиваются в диспергаторе, где и осуществляется эмульгирование битума.

Нами были изучены наиболее важные эксплуатационно-технические свойства полученных битумных эмульсий. Сравнение свойств позволяет сделать вывод о том, что исследуемые эмульгаторы в области концентрации 2% одинаково эффективны для создания тонкодисперсных битумных эмульсий, при этом небольшое преимущество по однородности и устойчивости имеют эмульсии на ОПХМ. Установлено также, что данные эмульсии по своим основным свойствам и экономическим показателям являются более

эффективными, чем битумные эмульсии на анионактивном промышленном эмульгаторе - олеиновой кислоте и катионактивных эмульгаторах отечественного и зарубежного производств [2]. В результате исследований разработана новая анионактивная битумная эмульсия, которая в настоящее время запатентована [3].

С целью получения битум-полимерных композиций, выделенных из эмульсий, которые, как известно [4], обладают более высокими эксплуатационно-техническими показателями, чем немодифицированный битум, нами проведена модификация разработанных анионактивных БЭ латексами (СКС-65ГП, ДВХБ-70, ДВХБ-Ш). Сравнительный анализ свойств битумных и битум-полимерных эмульсий показал, что введение латексов не оказывает существенного влияния на однородность и устойчивость анионактивных эмульсий, однако при этом снижая условную вязкость и увеличивая адгезию битума к минеральной части. Это объясняется, очевидно, тем, что дисперсная фаза латекса распределяется в дисперсионной среде битумной эмульсии. Поскольку дисперсия латекса значительно выше, она не оказывает влияние на дисперсность битумной эмульсии, не изменяя указанных выше свойств.

На разработанных битумно-латексных эмульсиях с различным содержанием латекса в составе 2,5; 5; 7,5; 10 % нами были изготовлены асфальтобетонные смеси (АБС) для дорожных покрытий. На рис.1 представлено изменение прочности при сжатии асфальтобетона (АБ) из этих АБС при различных температурах (0°C; 20°C; 50°C) в зависимости от концентрации латекса. Из одинакового хода кривых 2,3,4 видно возрастание прочности АБ при повышении концентрации в нем латекса. При 20°C прочность возросла на 20% (кривая 2), в водонасыщенном состоянии при этой же температуре - на 30% (кривая 3), а при 50 °C - на 70% (кривая 4). Снижение прочности при 0°C, как известно, является положительным эксплуатационным показателем АБ. Установлено также возрастание коэффициента водостойкости АБ от 0,85 до 0,93 с повышением содержания латекса в смеси. Введение латекса в битумную эмульсию приводит также к повышению адгезионной прочности битумного вяжущего к минеральной части АБС с 4 баллов до 5, что, вероятно, является одной из причин повышения прочностных показателей асфальтобетона. При пониженной температуре (0°C) введение 10% латекса снижает прочность асфальтобетона на 30% (кривая 1), что связано с повышением его деформативности при нулевой температуре.

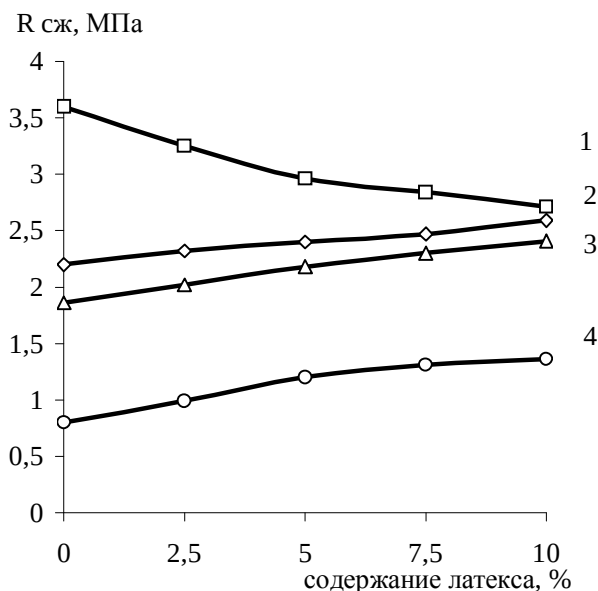


Рис.1. Зависимость прочности при сжатии асфальтобетонных образцов от концентрации латекса:
Кривая 1 – прочность на сжатие при 0 °C;
Кривая 2 – прочность на сжатие при 20 °C;
Кривая 3 – прочность на сжатие при 20 °C в водонасыщенном состоянии;
Кривая 4 – прочность на сжатие при 50 °C

На рис.2 показаны зависимости прочности при сжатии асфальтобетонных образцов от температуры (от 0 °C до 50 °C) на “чисто” битумной (кривая 1) и битум-полимерной (с 5% латекса) эмульсиях (кривая 2).

Как видно, при 0 °C прочность асфальтобетона на битум-полимерном вяжущем несколько ниже, чем на битумном. Однако с повышением температуры интенсивность снижения прочности на битумном вяжущем гораздо выше, что свидетельствует о большей температурной чувствительности битум-полимерного вяжущего.

Таким образом, разработанные АБС на битумно-латексных эмульсиях отвечают требованиям ГОСТ 9128-97 не только для холодного АБ, но и для горячего, в то время, как асфальто-бетонная смесь на немодифицированной битумной эмульсии отвечает требованиям только для холодного АБ [5]. Повышение физико-механических показателей объясняется тем, что введение латекса в БЭ создает битум-полимерную композицию, обладающую большей теплостойкостью, морозостойкостью и эластичностью, а также повышающую адгезионную прочность к минеральной части АБС.

Интересным и перспективным направлением дорожного строительства является битуминирование цементных дорожных бетонов. При введении небольших количеств битумных эмульсий в цементный бетон получается материал, обладающий основными свойствами цементного бетона и одновременно свойствами асфальтового бетона, так как в цементных

системах преобладают жесткие кристаллизационные связи, образовавшиеся в результате гидратации цемента, а в асфальтовых – связи коагуляционного типа, обусловленные адгезионными свойствами битумов [6]. Поэтому можно предположить, что в цементном бетоне с добавкой битума будут те и другие связи, приводящие к повышению прочности и деформативности модифицированного цементного бетона.

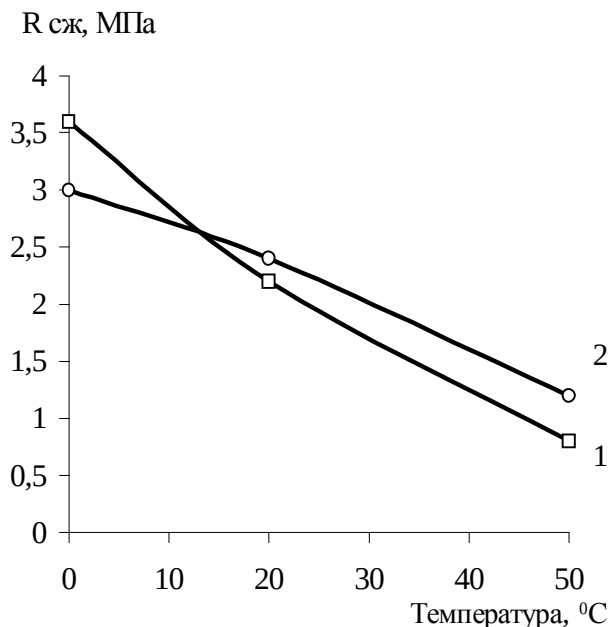


Рис.2. Зависимость прочности при сжатии асфальтобетонных образцов от температуры:
Кривая 1 – прочность на сжатие асфальтобетона;
Кривая 2 – прочность на сжатие асфальтобетона, модифицированного 5 % латекса

Нами осуществлена модификация бетонов путем введения в бетонную смесь небольших доз битумных эмульсий (от 0,5 до 8 % БЭ от массы цемента). Оптимальные составы и показатели основных свойств мелкозернистого цементного бетона, модифицированного содержанием битумных эмульсий, представлены в таблице.

Как видно из таблицы, существенный эффект модификации проявляется в снижении водотвердого отношения (с 0,535 до 0,495), водопоглощения (с 7,6 до 4,2 %), что приводит к повышению морозостойкости цементного бетона и, следовательно, его долговечности. Это можно объяснить активным влиянием битумной эмульсии на границе цемента и заполнителя. Зависимость прочности при сжатии мелкозернистого цементного бетона от концентрации битумной эмульсии прослеживалась по истечении 7 и 28 суток в условиях нормального твердения. Наблюдается более существенный набор прочности у цементного бетона, модифицированного 0,5 % БЭ (с 14 до 25,8 МПа), в то время, как у немодифицированного бетона с 17,3 до 21,2 МПа. Это может быть объяснено следующим образом: бетон, модифицированный битумной эмульсией, имеет тенденцию к более быстрому набору прочности во времени вследствие накопления



Таблица

Составы и основные свойства мелкозернистого цементного бетона, модифицированного БЭ

Показатели	Оптимальные составы		
	Мелкозернистый бетон	Мелкозернистый бетон с 0,5 % БЭ от массы цемента	Мелкозернистый бетон с 8 % БЭ от массы цемента
1. Водотвердое отношение В/Т	0,535	0,53	0,495
2. Прочность при сжатии, МПа			
- в возрасте 7 сут.	17,3	14,0	12,0
- в возрасте 28 сут.	21,2	25,8	19,5
3. Водопоглощение, %			
- в возрасте 7 сут.	4,0	3,5	2,8
- в возрасте 28 сут.	7,6	6,5	4,2
4. Истираемость, г/см	0,51	0,47	0,35
5. Растяжение при раскалывании, кг/см	16,8	18,0	17,0
6. Усадка, %			
- в возрасте 14 сут.	3,4	2,5	2,2
- в возрасте 28 сут.	4,1	3,6	3,0
- после ТВО	11,5	10,0	6,0

клинкерного фонда, снижения В/Т. При увеличении возраста бетона прочность при сжатии модифицированного бетона будет возрастать по отношению к немодифицированному.

Нами также изучено влияние концентрации битумной эмульсии на истираемость и прочность бетона на растяжение, что представляет большой интерес для дорожного строительства. С увеличением содержания битумной эмульсии в бетоне показатель истираемости существенно сократился (с 0,51 г/см немодифицированного цементного бетона до 0,35 г/см бетона с 8% эмульсией), при этом эффект модификации составляет более 30%. При содержании в бетоне битумной эмульсии 0,5% прочность на растяжение при раскалывании модифицированного бетона возросла и составила 18,0 кг/см, в то время, как у немодифицированного бетона это значение ниже и равно 16,8 кг/см. Дальнейшее увеличение концентрации битумной эмульсии в бетоне приводит к незначительному снижению прочности, однако не достигает своего первоначального уровня даже при 8%-ной концентрации БЭ.

Одним из основных показателей дорожного бетона является усадка, происходящая в уже затвердевшем материале, она может привести к возникновению трещин в бетоне, что ухудшает качество и долговечность дорожного полотна. Показано, что введение в бетон битумной эмульсии приводит к снижению усадки независимо от времени набора прочности в естественных условиях (14 и 28 суток на 55% и 37%, соответственно), а также в условиях ТВО ($T=80^{\circ}\text{C}$ в течение 14 часов на 90 %).

Таким образом, битуминирование цементных бетонов, осуществляемое путем введения в бетонную смесь различных концентраций анионоактивных битумных эмульсий, повышает как технологические свойства бетонной смеси, так и эксплуатационные свойства отвердевшего бетона.

В целом, результаты проведенных исследований показывают высокую эффективность и целесообразность применения разработанных битумных эмульсий в качестве вяжущего для холодного асфальтобетона и модификации ими цементных бетонов, что приводит к повышению качества и долговечности дорожных покрытий.

Литература

1. Кучма М.И. Поверхностно-активные вещества в дорожном строительстве. - М.: Транспорт, 1980. – 188с.
2. Дорожные эмульсии: энциклопедия в 3-х томах / Под.ред. И.Н. Петухова, Евразийская ассоциация дорожных эмульсий EARE. – Минск, 1998.
3. Битумная эмульсия: Патент на изобретение №2185878, 27 июля 2002 года / Патентообладатели: Хозин В.Г., Макаров Д.Б. // Изобретения: Бюллетень, №21, 2002. – С. 277-281.
4. Макаров Д.Б., Мурафа А.В., Рахматуллина А.П., Хозин В.Г. Новые анионоактивные битумные эмульсии и их модификация синтетическим латексом / Материалы юбилейной науч.-метод. конференции “III Кирпичниковские чтения”, 25-28 марта 2003 года, г. Казань / Казан.гос.технологич.ун-т. - Казань, 2003. – С. 356-357.
5. ГОСТ 9128-97. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия: Принят Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС) 10 декабря 1997 г. Дата введения с 1991.01.01. – М., 2000. – 15с.
6. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. – М.: Технопроект, 1998. – 768 с.



УДК 665.775.5

Л.Ш. Сибгатуллина, А.В. Мурафа, Д.Б. Макаров, В.Г. Хозин

БИТУМНЫЕ ЭМУЛЬСИИ КРОВЕЛЬНОГО И ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В настоящее время во всех промышленно развитых странах проводятся исследования по созданию долговечных, экономически эффективных, экологически чистых и технологичных кровельных и гидроизоляционных материалов.

В последние годы значительную актуальность приобретает использование битумных эмульсий (БЭ) для гидроизоляционных, кровельных и дорожных покрытий, так как они имеют ряд существенных преимуществ перед «горячими» технологиями:

- могут наноситься на влажные поверхности, что позволяет вести строительные работы с ранней весны до поздней осени;

- не требуют подогрева, что существенно снижает энергетические и трудовые затраты при производстве работ;

- пожаробезопасны, поскольку представляют собой смесь битума и воды;

- обеспечивают экономию битума за счет малой вязкости, хорошей смачиваемости поверхностей конструкций и обволакивания минерального наполнителя;

- не приводят к загрязнению окружающей среды.

И все же, применение БЭ в кровельных покрытиях пока довольно ограничено. Имеется некоторый опыт их использования в качестве покрытий мастичного типа. Но ассортимент БЭ кровельного назначения весьма невелик, в основном, из-за дефицитности и дороговизны эмульгаторов. Кроме того, существующие БЭ зачастую не отвечают технологическим требованиям, да и продолжительность этапа формирования покрытия после нанесения эмульсий зависит в большей степени от погодных условий.

Ранее на кафедре проводилась работа по созданию битумных эмульсий с использованием вторичных материальных ресурсов масложировых предприятий, перерабатывающих растительное сырьё. Разработаны БЭ с использованием в качестве анионоактивных эмульгаторов отходов местной химической промышленности (производства моющих средств): отхода переработки хлопкового масла (ОПХМ) и флотогудрона (ФГ) [1]. В данной работе использована смесь этих отходов, которая, на наш взгляд, может явиться более эффективным эмульгатором для получения БЭ.

Изучение составов и эмульгирующих свойств выбранных ПАВ стало первой задачей наших исследований. Методом ИК – спектроскопии

оценивался состав ПАВ, предварительно подвергнутых реакции омыления [2]. При этом неомыленная часть у ОПХМ составляет 11%, у ФГ – 35%. По характеру ИК – спектры близки: омыленная часть обоих ПАВ имеет полосу поглощения 1710 см^{-1} , соответствующую валентным колебаниям карбоксильной группы, неомыленная часть ПАВ - полосу поглощения 1650 см^{-1} . Это подтверждает то, что основой данных ПАВ являются высшие жирные кислоты.

Определяющим свойством ПАВ, как эмульгатора, является способность к снижению поверхностного натяжения на границе раздела фаз «вода – битум». По сравнению с промышленными ПАВ, ОПХМ и ФГ обладают промежуточными значениями поверхностного натяжения, а их смесь имеет наименьшее значение поверхностного натяжения, равное поверхностному натяжению водного раствора соли олеиновой кислоты. Следовательно, исследуемая нами смесь анионоактивных ПАВ может быть более эффективным эмульгатором для получения БЭ, чем взятые отдельно ОПХМ и ФГ.

Подбор оптимального соотношения ПАВ в смеси проводили, изучая однородность, которая определялась согласно ГОСТ 52218-2005 на сите с ячейкой 0,14 мм, и условную вязкость (по ВЗ-3) битумных эмульсий, полученных на основе дорожного битума БНД 90/130 и кровельного БНК 40/180.

Соотношение ОПХМ и ФГ брали в количестве 80:20, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, 20:80. Установлено, что наилучшая однородность, равная 0,11%, и условная вязкость, равная 35 с, получается при соотношении ПАВ 70:30.

Изучались основные технологические и эксплуатационно-технические характеристики БЭ, полученных на основе смеси ПАВ при концентрации (1-5%). Исследования значений условной вязкости и однородности показали, что лучшие показатели БЭ в зависимости от концентрации эмульгаторов (1-5%) в них получены при 4% смесевом ПАВ. При этом однородность БЭ почти в 5 раз меньше, чем на индивидуальном ОПХМ при той же концентрации. Устойчивость БЭ через 7 и 30 суток на разработанном нами ПАВ также выше, что свидетельствует о более высокой дисперсности БЭ на смесевом ПАВ (табл. 1).

Таким образом, сравнение свойств полученных эмульсий позволяет сделать вывод о том, что исследуемые эмульгаторы при концентрации 4% эффективны для создания тонкодисперсных битумных



эмульсий, при этом наибольшее преимущество по однородности и устойчивости имеет смесь ОПХМ/ФГ (70:30) [3]. Кроме того, смесь ПАВ обладает большей условной вязкостью. Установлено, что разработанные эмульсии по своим основным свойствам являются более эффективными, чем битумные эмульсии на индивидуальных ОПХМ и ФГ.

Таблица 1
Составы и основные свойства битумных эмульсий

Свойства	Битумная эмульсия на ОПХМ/ФГ (4%)	Битумная эмульсия на ОПХМ (4%)	ГОСТ 52128-2005
1. Условная вязкость эмульсии при 20 °С, с	35	23	Не более 35
2. Однородность на сите № 0,14 %	0,11	0,5	Не более 0,5
3. Устойчивость при хранении, %			
- через 7 суток	0,3	0,6	Не более 0,8
- через 30 суток	0,5	1,0	Не более 1,2

Обобщая результаты проведенных экспериментов, можно заключить, что применение в качестве эмульгатора анионного типа смеси отходов местной химической промышленности для получения битумных эмульсий эффективно и целесообразно, кроме того, они экономичны ввиду низкой стоимости и доступности.

Возможность получения высококачественных БЭ с заданными свойствами зависит не только от ПАВ – эмульгаторов, но и от использования эффективных модифицирующих добавок.

В качестве полимерного модификатора битумной эмульсии нами выбраны стирол-бутадиеновый латекс СКС–65ГП (Ярославль) и 2 латекса - ДВХБ-Ш, ДВХБ-70 завода синтетического каучука (Казань), которые представляют собой коллоидную систему, стабилизированную ПАВ анионного типа.

Латекс может быть введен в заранее приготовленную битумную эмульсию в необходимом количестве. Или, если количество латекса определено, целесообразно его введение непосредственно перед соединением битума и водного раствора эмульгатора. Второй способ модификации является более эффективным, поскольку позволяет получить более однородную и устойчивую битумно-полимерную эмульсию. Поэтому в данном исследовании использовался именно такой способ приготовления БПЭ.

Нами были исследованы технологические и эксплуатационные показатели битумно-полимерных эмульсий на разработанном смесевом ПАВ.

Условная вязкость битум-полимерных эмульсий с повышением в них концентрации латекса снижается, что объясняется меньшей условной вязкостью латекса как дисперсной системы. Данный эффект наблюдается на всех исследуемых эмульсиях, однако в случае с СКС-65-ГП снижение вязкости выражено наиболее ярко. Это объясняется меньшей вязкостью самого латекса.

В таблице 2 представлены сравнительные характеристики битумной эмульсии и битумно-полимерной эмульсии, модифицированной латексом.

Сравнительный анализ свойств битумной и битумно-полимерной эмульсий показал, что введение латекса не оказывает существенного влияния на

Таблица 2

Свойства битумной и битумно-полимерной эмульсий

Свойства	БЭ с 4% ОПХМ/ФГ	БЭ с 4% ОПХМ + 5% СКС-65-ГП	БЭ с 4% ОПХМ + 5% ДВХБ-70	БЭ с 4% ОПХМ + 5% ДВХБ-Ш	ГОСТ 52129-2005
1. Масс. доля битума, %	50	50	50	50	45-55
2. Условная вязкость эмульсии при 20 °С, с	35	10	14,2	14,6	10-15
3. Однородность на сите № 0,14 %	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5
4. Устойчивость при хранении, %					
- через 7 суток	0,3	0,6	0,7	2,2	0,6
- через 30 суток	0,5	1,0	1,1	2,4	1,0
5. Устойчивость при транспортировке, %	устойчива	устойчива	устойчива	устойчива	устойчива



однородность и устойчивость анионактивных эмульсий. Это объясняется, очевидно, тем, что дисперсная фаза латекса распределяется в дисперсионной среде битумной эмульсии. Дисперсия латекса значительно выше и не влияет на дисперсность битумной эмульсии, не изменяя указанных выше свойств. Тем не менее, введение латекса в БЭ существенно повышает технологические показатели БЭ, снижая при этом их условную вязкость.

Поскольку основой кровельных и гидроизоляционных материалов является битум, нами изучены основные свойства битумов, выделенных из разработанных эмульсий путем выпаривания из последних воды до постоянного веса. Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Основные показатели битумов, выделенных
из битумных эмульсий**

Состав	КиШ, °С	Пенетрация 0,1 мм		Дуктил. 25°С, см	Эластич, %	Гибкос. °С, Ø 50 мм
		25°С	0°С			
БНД 90/130	43	129	43	70	8	+3
БНД 90/130 ОПХМ/ФГ	53	96	50	18	20	-10
БНД 90/130 ОПХМ/ФГ СКС-65ГП	57	93	29	14	22	-20

Из таблицы 3 видно, что наличие эмульгатора в битуме влияет на изменение основных свойств битума: наблюдается повышение температуры размягчения, дуктильности, эластичности и морозостойкости,

значение пенетрации ниже, кроме того, латекс также в еще большей степени оказывает влияние на выше-перечисленные свойства.

Полученные результаты дают основание предположить, что новые битумные вяжущие проявят более высокие качества при эксплуатации их в кровельных и гидроизоляционных покрытиях.

Таким образом, установлено, что при оптимальной концентрации смеси ПАВ в битумных эмульсиях проявляются наиболее высокие технологические и эксплуатационно-технические свойства эмульсии: повышенная вязкость, способствующая получению необходимой толщины кровельного покрытия, высокая однородность и устойчивость. Битумы, выделенные из эмульсий, приготовленных с использованием смеси эмульгаторов, а также из модифицированных латексами эмульсий, отличаются повышенной теплостойкостью, твердостью, морозостойкостью, эластичностью.

Литература

1. Макаров Д.Б. Битумные эмульсии дорожного назначения на основе анионактивных эмульгаторов // Дисс. канд. техн. наук. – Казань, 2003. – С.76.
2. Фатхуллаев Э., Джалилова А.Т. и др. Комплексное использование вторичных продуктов переработки хлопчатника при получении полимерных материалов. – Изд-во: “Фан” Узбекской ССР, 1988. – 83 с.
3. Битумная эмульсия и способ ее приготовления: Патент на изобретение №2258075, 1 марта 2004 года / Патентообладатели: Хозин В.Г., Нетфуллова Л.Ш. // Изобретения: Бюллетень, №22, 2005.



УДК 624.012.4:624.92

Н.Н. Морозова, А.И. Матеюнас, Н.М. Морозов

СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОНОЛИТНОГО БЕТОНА НА ОПГС

Одним из направлений технического прогресса в строительстве является внедрение конструкций из монолитного бетона и железобетона [1-3]. Для производства монолитного бетона в Татарстане широко используются ОПГС. Качество ОПГС оценивается по ГОСТ 23735, который четко не определяет область его применения. Для бетонов по ГОСТ 26633 заполнители должны соответствовать требованиям ГОСТ 8267 и ГОСТ 8736. Для подтверждения качества заполнителей с иными характеристиками необходимы специальные исследования.

Поэтому для практической оценки риска, связанного с использованием ОПГС речных месторождений Татарстана при изготовлении бетонных смесей для монолитного строительства, проведены исследования по оценке однородности их фракционного состава и строительно-технических свойств бетонов на их основе. Бетоны исследовали по показателям кубиковой и призмной прочности, и модуля упругости, в сопоставлении с уровнем нормативных значений СНиП 2.03.01-84, СНиП 2.03.11-85.

Исследована ОПГС различных месторождений, которая поставляется на производственную базу ОАО “Казмолитстрой”. Основными поставщиками являются ООО “Таиф–Магистраль”, ООО “Кама флот”, ООО “Основа Строй-ресурсы”. При оценке качества ОПГС на технологической линии производства бетонной смеси отбирали точечные пробы в течение смены с интервалами 10 мин. и 1 час. Всего было отобрано 83 пробы, из которых 20 – со склада и 63 – в процессе производства бетонной смеси.

Анализ ОПГС показал, что её фракционный состав разнороден (рис.1 и 2). Колебание гравия в пробах ОПГС составляет от 45 до 75%. Песок в ОПГС очень крупный и повышенной крупности (рис.3). Сравнения зернового состава ОПГС (рис.4 и 5, где рекомендуемая область гранулометрического состава между кривыми №1 – верхняя граница и №2 – нижняя граница) с рекомендуемыми [3] по применению суперпластификатора С-3 в литых смесях и с рекомендациями по смесям для трубопроводного транспорта [1] показывают также на нехватку в ОПГС мелкой фракции песка от 0 до 0,2 (0,315) мм. Отсутствие мелкой фракции песка в ОПГС компенсируется повышенным расходом цемента на 1 м³.



Рис. 1

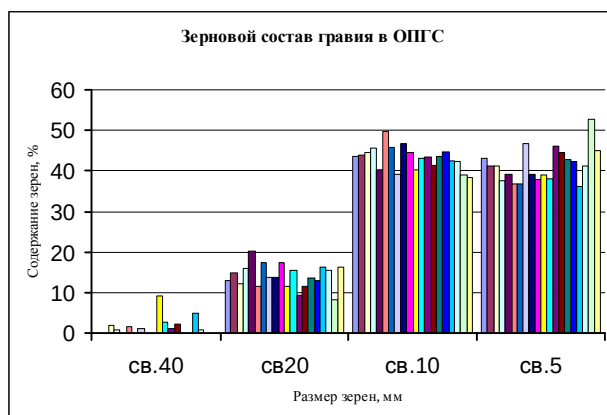


Рис. 2

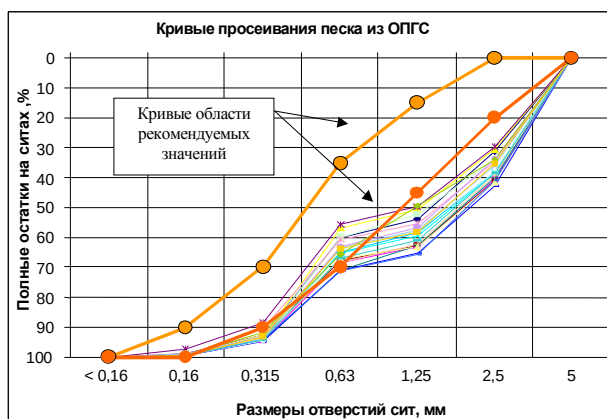


Рис. 3

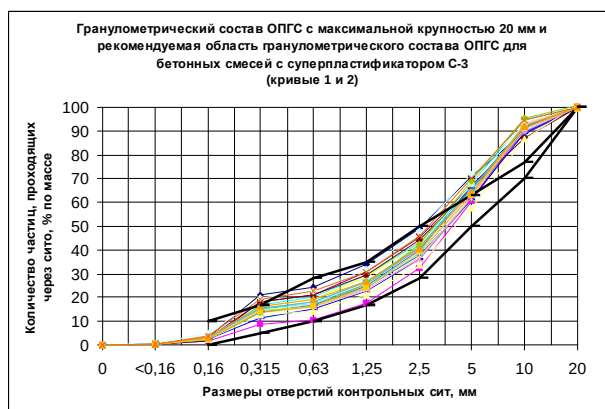


Рис. 4

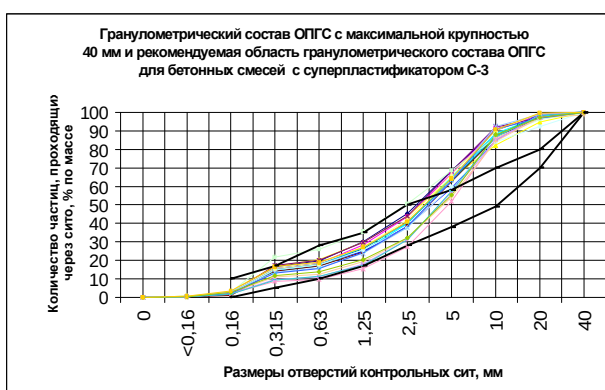


Рис. 5

При всех гарантированных обстоятельствах, организация контроля качественных характеристик готовой продукции - неотъемлемое условие ее долговечности. С этой целью была выполнена оценка свойств производственных составов бетона на ОПГС с модификатором "Лигнопан Б-4" (табл.1). Для этого исследовались прочностные (ГОСТ 10180) и упруго-деформационные свойства бетонов на ОПГС (ГОСТ 24452).

Результаты испытаний бетонов на ОПГС М300 и М350 приведены на рис.6 и 7.

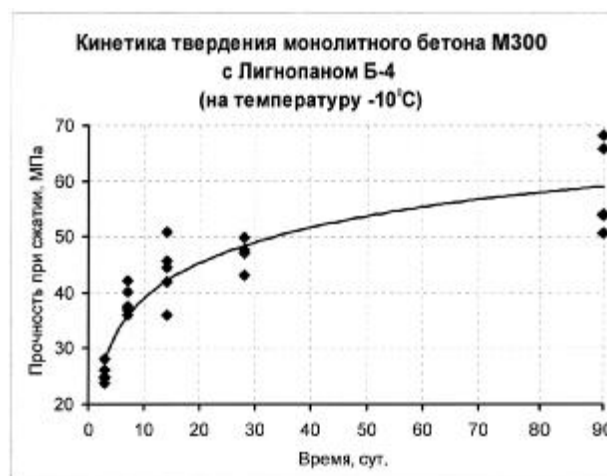


Рис. 6

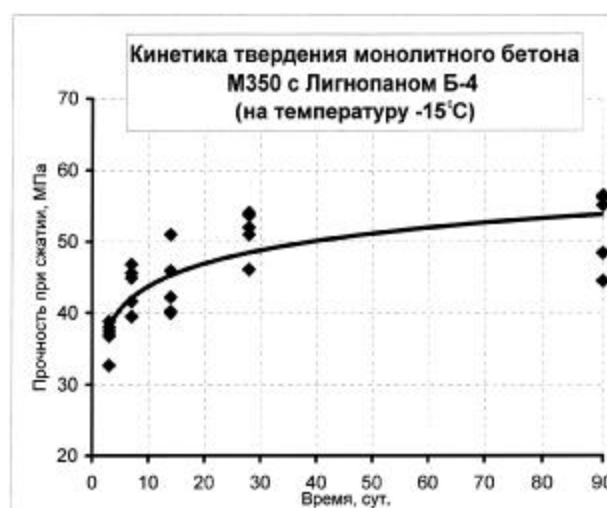


Рис. 7

Из рисунков видно, что набор прочности бетона на сжатие во все сроки твердения идет интенсивно.

Исследования призмочной прочности показали, что во все сроки твердения она соответствует проектной марке, но с большим разбросом значений.

Таблица 1

Составы бетонных смесей с ОК 10-15 см для монолитного строительства (заводские)

Марка (класс) бетона	Расход материалов, 1м ³					
	Ц, кг	ОПГС, кг	В, л	Лигнопан Б-4, при t наружного воздуха		
				-5 °С	-10 °С	-15 °С
М 250 (В20)	385	1869	175	4,7	6,1	8,9
М 300 (В22,5)	420	1800	180	5,1	7,2	9,7
М 350 (В25)	460	1700	190	6,5	8,9	12,3



Таблица 2

Упруго-деформативные свойства бетона М350 заводского состава

№ образца	Плотность бетона, кг/м ³	Призменная прочность, МПа	Модуль упругости, $E_B \cdot 10^{-3}$
1	2295	29,25	281
2	2266	24,12	254
3	2271	26,75	285
4	2243	27,3	294
5	2243	29,5	243
6	2252	25,4	260
7	2285	31,9	242

Анализ данных табл.2 показывает, что бетон М350 по упруго-деформативным свойствам соответствует бетону М 250.

Учитывая результаты исследований бетонов заводского состава, рекомендуется ОПГС рассеивать на песок и гравий. При невозможности производить рассев рекомендуется использовать ОПГС только при тщательном контроле за зерновым составом ОПГС, засыпаемой в расходные бункера, и корректировкой в дозировке состава бетонной смеси на каждые 5% изменения содержания гравия в ОПГС, а также, кроме контроля прочности на сжатие, проводить обязательный контроль за призменной прочностью и начальным модулем упругости бетона, с учетом заданных показателей, соответствующих предельным состояниям бетонируемых конструкций.

Литература

1. Железобетон в XXI веке: Состояние и перспективы развития бетона и железобетона в России/ Госстрой России; НИИЖБ. – М.: Готика, 2001.
2. Хаютин Ю.Г. Монолитный бетон. – М.: Стройиздат, 1991. – 576 с.
3. Бурчу В.И. Свойства монолитного бетона. – Кишинев: Изд-во МолдНИИТЭИ, 1997. – 358 с.
4. Рекомендации по применению добавок суперпластификаторов в производстве сборного и монолитного железобетона. – М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1987. – 95 с.



УДК 665.775.5

Н.В. Майсурдзе, Л.Р. Ситдилов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОРЕЛОЙ ЗЕМЛИ В АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЯХ

Возрастающая интенсивность дорожного движения, повышенные нагрузки на покрытие и суровые климатические условия требуют постоянного внимания к качеству строительства и ремонта дорог. Опыт свидетельствует о том, что повышение качества дорожных покрытий, а также снижение дефицита материалов и стоимости строительства могут быть достигнуты за счет широкого использования отходов промышленности.

Актуальной задачей является создание безотходных процессов, обеспечивающих высокую степень извлечения всех ценных компонентов из отходов в товарную продукцию и полное использование силикатных отходов, основными компонентами которых являются SiO_2 , CaO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MgO , R_2O (золошлаковые отходы от сжигания угля; металлургические и мартеновские шлаки и др.) [1, 2].

На ОАО «КамАЗ-Металлургия» (г.Наб.Челны) ежегодно образуется до 80 000 т горелой земли – отхода литейного производства. Анализ состава горелой земли показал, что основной ее составляющей является SiO_2 . Это предопределяет возможность использования горелой земли в качестве заменителя песка в асфальтобетонных смесях.

Зерна песка занимают большую часть объема асфальтобетона, заполняя собой пространства между более крупными частицами щебня или образуя скелетную часть асфальтобетона (в случае песчаного асфальтобетона). Присутствие зерен песка позволяет существенно повысить однородность асфальтобетона, что имеет большое значение для условий его работы. Наличие зерен песка значительно повышает удобоукладываемость смеси и способствует формированию наиболее благоприятной структуры асфальтобетона в процессе его уплотнения.

Особенно велика структурообразующая роль песка в песчаном асфальтобетоне. В этом случае на долю песка, образующего минеральный остов, приходится до 80-85% общего объема асфальтобетона. В связи с

этим к качеству песка, применяемого в песчаном асфальтобетоне, предъявляются более высокие требования. Прежде всего, они касаются гранулометрического состава (песок должен быть достаточно крупным и разномерным, желательно присутствие менее окатанных, острогранных зерен) [3].

В работе приводятся результаты исследований по влиянию горелой земли с ОАО «КамАЗ-Металлургия» на свойства горячего песчаного асфальтобетона. Исследуемые пробы горелой земли имели следующий химический состав (табл.1).

Для приготовления образцов использовался песок фракции 0-2,5 мм и битум марки БНД 90/130. На основании предварительных экспериментальных данных было установлено оптимальное количество битума в смеси, равное 9% по массе.

Поскольку в асфальтобетонном производстве мало или совсем не применяются фракционированные пески, необходимо проводить расчет зернового состава смеси. Определение состава смеси проводилось в следующей последовательности: определялся зерновой состав путем отсева через стандартный набор сит; после отсева производился расчет и определение полных и частных остатков. Зерновые составы песка и горелой земли представлены в табл.2. Из них видно, что в составе горелой земли отсутствуют фракции размером более 1,25 мм.

Испытания асфальтобетонных образцов проводились по стандартным методикам оценки физико-механических свойств [4-6]. В процессе исследования было опробовано 5 составов асфальтобетона, отличающихся разным соотношением в смеси кварцевого песка и горелой земли. Исследуемые составы представлены в табл.3.

Результаты исследований, представленных на рис.1 и 2, показали, что замена 25% песка горелой землей улучшает показатели прочности при 0°C, набухания по объему и водонасыщения образцов. Дальнейшее увеличение количества горелой земли в

Таблица 1

Химический состав горелой земли с ОАО «КамАЗ-Металлургия»

Наименование оксидов	SiO_2	Al_2O_3	$\text{CaO} + \text{MgO}$	Fe_2O_3
Содержание, %	90-93	3-6	1,3-1,5	0,7-1,5



Таблица 2

Тип смеси - Д	Размер зерен, мм, мельче						
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Песок кварцевый	–	25	10,3	38,5	10	15	–
Горелая земля	–	–	17	41	37	4	–

Таблица 3

Составы асфальтобетона

№ п/п	Компоненты смеси	Номер состава и содержание компонентов, масс.ч.				
		I	II	III	IV	V
1.	Песок кварцевый	77	58	38,5	19	0
2.	Молотый известняк	14	14	14	14	14
3.	Горелая земля	0	19	38,5	58	77
4.	Битум нефтяной	9	9	9	9	9

составе асфальтобетона приводит к снижению прочности и, соответственно, увеличению набухания и водонасыщения.

Полученное улучшение свойств может быть связано с более однородным зерновым составом горелой земли и увеличением процента содержания фракций 0,315-1,25 мм, что приводит при небольших ее содержаниях в смеси (до 25%) к получению более плотного материала в процессе формования. Кроме

того, образование горелой земли сопровождается частичным спеканием частиц кварцевого песка. В результате этого процесса снижается пористость готового асфальтобетона с 22% до 16%.

Более низкие значения набухания и водонасыщения позволяют косвенно оценить морозостойкость асфальтобетона с горелой землей и ожидать достаточно высокие её значения.

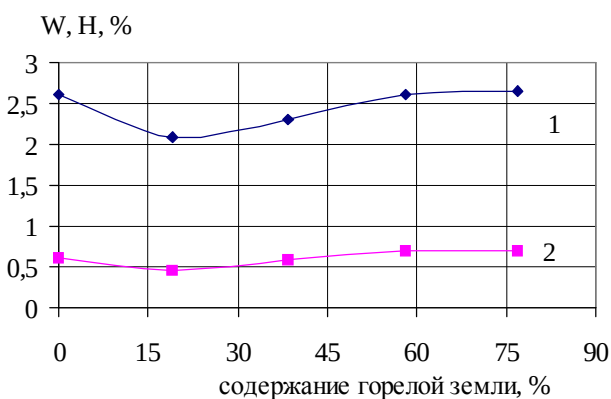


Рис.1. Зависимость водонасыщения и набухания от количества горелой земли: 1 – кривая водонасыщения, 2 – кривая набухания

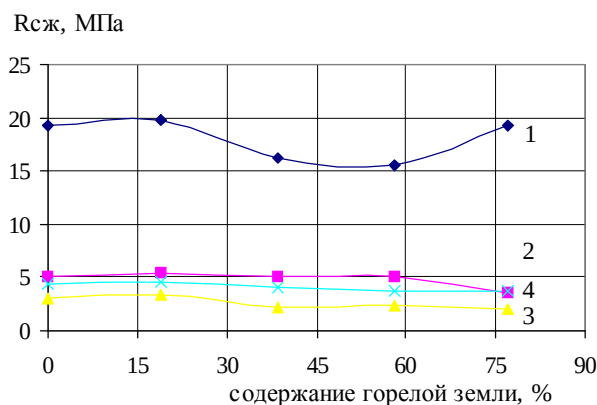


Рис.2. Зависимость прочности при сжатии от количества горелой земли: 1 – кривая прочности при 0°C, 2 – кривая прочности при 20°C, 3 – кривая прочности при 50°C, 4 – кривая прочности при 20°C после длительного водонасыщения

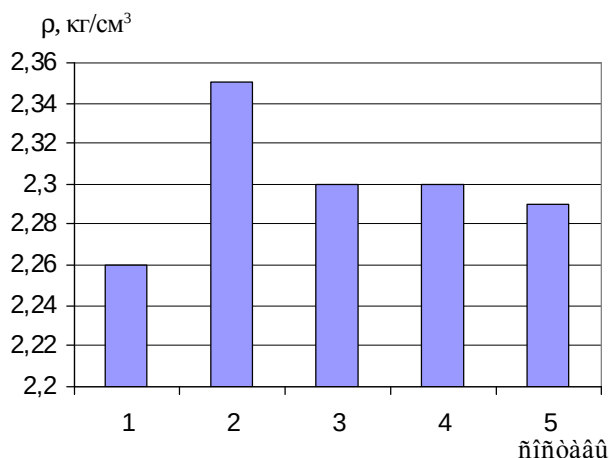


Рис.3. Изменение плотности асфальтобетона в зависимости от его состава

Прочность асфальтобетонных образцов при 50°C для всех составов оказалась выше нормативной (по ГОСТ для 50°C – 1,3 МПа), что говорит о достаточно высокой теплостойкости материала и возможности его использования в жарких климатических зонах.

Прочность образцов при 20°C после длительного водонасыщения практически не меняется с увеличением содержания горелой земли и также имеет значения выше норматива (по ГОСТ для 20°C после насыщения в течение 24 часов – 1,7 МПа), т.е. материал является водостойким.

Таким образом, горелая земля Набережно-

Челнинского ОАО «КамАЗ-Металлургия» может использоваться в производстве горячего песчаного асфальтобетона с характеристиками, удовлетворяющими требованиям ГОСТ 9128-97, что будет способствовать решению экологических и экономических задач утилизации отходов литейного производства.

Литература

1. Павлов В.Ф. Способ вовлечения в производство строительных материалов промышленных отходов // Строительные материалы, №8, 2003. – С. 28-30.
2. Горбунов В.М., Попов А.С. Использование отходов в дорожном строительстве. Автомобильные дороги, вып. 6, 1999. – С. 25-26.
3. Гезенцвей Л.Б., Горелышев Н.В., Богуславский А.М. Дорожный асфальтобетон. – М.: Транспорт, 1985. – 350 с.
4. ГОСТ 9128-97. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия: Принят Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС) 10 декабря 1997 г. Дата введения с 1991.01.01. – М., 2000. – 15 с.
5. ГОСТ 12801-84. Смеси асфальтобетонные и аэродромные, дегтебетонные дорожные, асфальтобетон и дегтебетон. Методы испытаний.
6. ГОСТ 8736-93. Песок для строительных работ. Технические условия.



УДК 666.3.002.2

В.И. Ремизникова, О.В. Спирина

ВЛИЯНИЕ АЛЮМОНАТРИЕВЫХ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА СВОЙСТВА АМОРФНОГО КРЕМНЕЗЕМА

Современный рынок предлагает большое разнообразие керамических материалов, которые придают зданиям неповторимый облик. Средняя полоса России насыщена большим количеством легкоплавких глин с высоким содержанием соединений железа, которые с успехом применяются в производстве керамического кирпича, но цветовая гамма их представлена только красно-коричневыми тонами. Поэтому керамический кирпич светлых тонов является востребованным и актуальным материалом в современном строительстве.

Перед нами встала задача подбора составов таких керамических масс, которые после обжига давали бы черепок светлых тонов и имели бы водопоглощение и прочностные свойства, соответствующие ГОСТу.

Известно, что на территории Татарстана и во всем Среднем Поволжье отсутствуют залежи каолинов, тугоплавких и огнеупорных глин, дающих в процессе обжига черепок белого цвета. Ближайшие месторождения находятся в Свердловской области (Невяновское месторождение) и в Башкирии (Тавтиманское месторождение). В качестве заменителя глин можно было бы использовать аморфные кремнеземистые породы (диатомиты, трепелы, опоки, имеющие химический состав $m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), которые широко распространены на территории России, в частности, в районах, граничащих с Республикой Татарстан. Однако, они обладают рядом недостатков: высокой пористостью, низкой прочностью и высокой температурой обжига. Поэтому целью данной работы стало изучение возможности модификации аморфных кремнеземов добавками для устранения указанных недостатков.

Кремнеземистые опаловые породы по своим технологическим и физико-технологическим свойствам можно разделить на 3 группы.

В первую группу входят хорошо вспучивающиеся опаловые породы, содержащие наибольшее количество глинистого вещества (от 20 до 40%), а содержание активного кремнезема в них составляет от 25 до 40%. Температура размягчения опаловых пород первой группы составляет 980-1150°C.

Породы второй группы содержат меньше глинистого вещества (от 25 до 35%) и вспучиваются только при введении органических добавок при температуре 1030-1200°C.

Породы третьей группы отличаются минимальным содержанием глинистых примесей (10-15%) и большим

количеством кремнистого вещества. При обжиге требуется температура выше 1250°C, при этом гранулы вспучиваются.

В качестве основного сырья по географическим признакам нами был выбран диатомит Инзенского месторождения Ульяновской области, суммарные запасы которого превышают 70 млн. м³. В настоящее время из диатомитового сырья выпускают теплоизоляционный кирпич на Инзенском диатомовом комбинате и на заводе "Свет" Инзенского района Ульяновской области.

Предварительные исследования показали, что на базе диатомита можно получать диатомитовый кирпич с высокими техническими показателями. Благодаря сырью, кирпич обладает малым весом при сохранении высокой прочности и даже целебным антисептическим эффектом, подобно извести. Замечено, что вода в карьере, где идет добыча диатомитов, никогда не цветет. В связи с низким содержанием побочных включений кирпич не дает белых высолов на стенах, бороться с которыми сложно и дорого.

Диатомит Инзенского месторождения представляет собой кремнеземистую осадочную породу светлого-серого цвета, более чем на 50% состоит из панцирей диатомий и древних морских водорослей, обладает большой пористостью, микроскопические воздушные полости в структуре сырья обеспечивают превосходные теплоизолирующие свойства материала. По зерновому составу приближается к глине с формовочной влажностью 40-50%, огнеупорностью 1400 - 1500°C, водопоглощением 45-60%.

Проведенные исследования показали, что, модифицируя аморфный кремнезем добавками, вступающими с ним в химическое взаимодействие при высокой температуре, можно значительно повысить физико-механические свойства изделий: механическую прочность, водостойкость и снизить температуру обжига. Одной из таких добавок являются отходы гальванического производства Казанского авиационного производственного объединения имени Горбунова, содержащие алюминат натрия (см. таблицу 1). Алюмонатриевые отходы использовали в виде шлама, который вводили в состав масс вместе с водой затворения, формование образцов-кубиков (40x40x40 мм) осуществляли пластическим способом. Образцы просушивали до остаточной влажности 3-5% и обжигали в муфельных лабораторных печах при температурах 950, 1000 и 1100°C.



Таблица 1

Химический состав сырьевых материалов

Наименование материала	Содержание оксидов, %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	RO	П.п.п.	S
Диатомит	76,54-83,83	4,93-7,20	1,84-4,92	1,76	0,3-1,37	0,27	0,43-3,68	0,85-1,97	3,61-8,0	
Алюмонатриевые отходы	2,74	47,68	2,4	0,97	8,6	2,85	21,0	0,37	31	4,71

В процессе обжига алюминат натрия, взаимодействуя с кремнеземом, образует легкоплавкие эвтектики силиката натрия, в которых растворяется глинозем. Вследствие этого из расплава выкристаллизовываются такие высокопрочные и химически стойкие соединения, как муллит ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), нефелин ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) и полевошпат типа альбита ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$), значительно повышающие физико-механические свойства готовых изделий. Результаты испытаний образцов представлены в таблице 2.

Исследования показывают, что, модифицируя аморфный кремнезем, в данном случае диатомит Забалуйского месторождения, алюмонатриевыми добавками, можно в 2 раза повысить прочность изделий и снизить в 3 - 4 раза водопоглощение. Максимальное количество алюмонатриевой добавки составляет 20%. При дальнейшем увеличении содержания добавки на поверхности образцов наблюдается белый налет карбоната натрия, вследствие карбонизации гидроксидов натрия углекислотой воздуха. Содержание жидкой алюмонатриевой добавки также не должно

Таблица 2

Зависимость физико-механических свойств диатомита от содержания алюмонатриевой добавки при различных температурах

№ сост.	Состав шихты, масс. %		Температура обжига, °C	Объемная масса, кг/м ³	Водопоглощение, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Предел прочности при сжатии после водопоглощения, МПа
	Диатомит	Алюмонатриевые отходы					
1	100	—	950	930	51	5,5	3,05
			1000	900	49	6,3	3,3
			1100	1150	34	19,8	13,6
2	95	5	950	880	50	6,0	3,6
			1000	960	46	24,4	10,9
			1100	1260	29	30,4	23,3
3	90	10	950	890	49	8,3	6,3
			1000	910	45	25,3	19,8
			1100	1265	24	31,2	16,5
4	80	20	950	890	24	31,2	16,5
			1000	920	46	8,8	6,6
			1100	1340	44	28,4	19,9
					18,2	37,6	20,2



превышать 25-30% во избежание карбонизации. Максимальное действие добавки наблюдается при температурах 1100°C и выше.

Результаты исследования свидетельствуют, что оптимальное количество добавки для диатомита составляет 20% алюмонатриевых отходов при температуре обжига 1100°C. При этом изделия имеют прочность 31-37 МПа при водопоглощении 18%, что говорит о необходимости введения в состав керамических масс отошающих добавок (шамота). На базе диатомита с алюмонатриевой добавкой можно изготавливать облицовочные плитки и лицевой кирпич.

Литература

1. Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. И.Я. Гузмана. – М.: ООО РИФ “Стройматериалы”, 2003. – 496 с.
2. Михайлов В.И., Кривоносова Н.Т. Технология производства керамических изделий на основе отходов промышленности. – Киев: “Будивельник”, 1983. – 80 с.
3. Крупин А.Н., Петрихина Г.А. и др. Пористые заполнители из кремнеземистых опаловых пород // Строительные материалы, №3, 1973.



УДК 691.629:667.646.25

О.В. Спирина, В.И. Ремизникова

ПОДБОР ГЛАЗУРЕЙ ДЛЯ КЕРАМИЧЕСКИХ МАСС С УЧЕТОМ СОГЛАСОВАНИЯ ИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕРМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ

Керамический кирпич эксплуатируется на протяжении многих десятилетий, поэтому с течением времени происходит частичное разрушение его лицевой поверхности из-за действия атмосферной среды. Используя глазурованный кирпич и глазурованную плитку, можно не только продлить срок службы зданий, но и придать им неповторимый архитектурный облик.

Основные вопросы при разработке составов глазурей и температурных режимов их нанесения связаны с обеспечением технологической и эксплуатационной «совместимости» их с керамическим черепком. Поэтому необходимо выполнить следующие исследования:

1. Подбор компонентов, снижающих температуру разлива сырых глазурей.
2. Согласование коэффициента линейного температурного расширения (КЛТР) керамического черепка и полученной глазури.
3. Подбор красителей для получения цветовой гаммы покрытий.
4. Определение смачивающей способности разлива глазури.

Кроме того, необходимо учитывать, что технологический процесс приготовления и нанесения нефритованных глазурей имеет существенные отличия от технологии приготовления фриттованных глазурей. Большое влияние на качество глазурного покрытия, полученного на основе нефритованной глазури, оказывает тонкость помола сырьевых компонентов и правильно подобранный режим обжига покрытия.

При низкой температуре обжига глазури не успевает расплавиться. При высокой температуре обжига возможно «выгорание» глазури. Поэтому для каждого состава глазури необходимо определять температуры разлива.

Что касается тонкости помола сырья, то она является основной в технологии приготовления нефритованных глазурей. Величина частиц сырьевых компонентов значительно влияет на температуру разлива глазури. Недостаточное измельчение материалов вызывает замедленный ход реакции оплавления и, как следствие, плохой разлив, волнистость глазури и слабый блеск.

С другой стороны, чрезмерное измельчение также излишне, так как частицы глазури взаимодействуют слишком быстро при незначительных температурах

обжига, и глазурь может либо стянуться в капельки, складки, либо местами впитаться в изделие. Такие виды недостатков имели место при проведении лабораторных испытаний.

Поскольку в литературе недостаточно информации о технологии приготовления нефритованных глазурей, появилась необходимость отработки технологического процесса производства таких глазурей применительно к глинам месторождений Татарстана.

Из всего многообразия известных глазурных покрытий для декорирования керамического кирпича была выбрана легкоплавкая нефритованная глазурь на основе аморфного кремнезема и буры. Был проведен подбор рецептурного состава глазури для керамической массы, приготовленной из глины Алексеевского месторождения, определены коэффициенты термического расширения керамики и глазури с целью их согласования, а также подобраны красящие пигменты для получения цветных глазурных покрытий.

В качестве сырьевых материалов для производства легкоплавких глазурей на основе патента РФ использовали диатомит (природный аморфный кремнезем), широко распространенный на территории Поволжья, и техническую бору.

Диатомит представляет собой опаловую породу, содержащую глинистое вещество от 20 до 40%, а активный кремнезем от 25 до 50%. Он обладает большей свободной поверхностной энергией и поэтому значительно активнее вступает в реакции с добавками, чем кристаллический кварц. Его применение для глазурей позволяет исключить из технологического процесса такие энергоемкие операции, как высокотемпературную варку глазурей, а также длительный помол сырья, поскольку природный аморфный кремнезем, как правило, является тонкодисперсным материалом.

Основным недостатком аморфного кремнезема, как основного сырьевого материала в производстве «сырых» легкоплавких глазурей, является высокая температура обжига (1200 - 1300°C), в то время как температура обжига традиционного керамического материала 900 - 1050°C. Поэтому в качестве плавня вводилась техническая бору, снижающая температуру разлива глазури.

Диатомит Инзенского месторождения Ульяновской области представляет собой легкий, пористый, местами рыхлый глинистый материал, обладающий



следующими свойствами: формовочной влажностью 48,1 – 50,6; огнеупорностью 1300°C; водопоглощением 44,3 – 66,7%.

Одним из достоинств использования диатомита является возможность его однородного смешения с бурой, при котором происходит обволакивание её частиц аморфным кремнеземом, что позволяет получать качественную глазурь, не прибегая к методу фриттования. Технология приготовления таких глазури упрощается, происходит значительная экономия энергосатрат.

Для исследования взаимодействия глазури с керамическим черепком применялись глины Алексеевского месторождения, химический состав которых соответствует среднему химическому составу легкоплавких глин Татарстана.

Глины Алексеевского месторождения малочувствительны к сушке, с числом пластичности 9,48 и водопоглощением 14,14%. Химический состав глины и сырьевых компонентов глазури представлены в таблице 1.

Расчет коэффициента линейного термического расширения глазури и керамического черепка

Качественное глазурное покрытие получается тогда, когда коэффициент термического расширения глазури соответствует КЛТР керамического черепка, на который наносится глазурь. Если КЛТР глазури больше КЛТР черепка, то после обжига при охлаждении изделия глазурь растрескивается и на глазурной поверхности появляются микротрещины в виде “цека”. Если КЛТР глазури меньше КЛТР черепка, то глазурь отскакивает от поверхности (поэтому допускается разница в коэффициентах не более 10 %).

За базовое соотношение сырьевых компонентов при подборе состава было принято: 50 масс. % диатомита и 50 масс. % буры.

Для более точного согласования коэффициентов термического расширения глазури и керамического черепка были использованы два метода определения КЛТР: расчетный и экспериментальный.

Расчет КЛТР выполнен по методу Винкельмана и Шотта, основанному на аддитивной зависимости коэффициента термического расширения глазури и

черепка от их химического состава в масс. %.

$$\alpha = \sum P_i x_i$$

где P_i – содержание оксидов в глазури и массе, масс. %; x_i – эмпирические числовые факторы, характеризующие расширение оксидов глазури.

Пересчитаем состав глины на прокаленную массу:

SiO ₂ 68,46:0,9367 = 73,08	MgO 2,22:0,9367 = 2,37
Al ₂ O ₃ 10,5:0,9367 = 11,21	Na ₂ O 1,31:0,9367 = 1,40
TiO ₂ 0,72:0,9367 = 0,77	K ₂ O 1,0:0,9367 = 1,06
CaO 4,81:0,9367 = 5,13	SO ₃ 0,14:0,9367 = 0,15
Fe ₂ O ₃ 4,51:0,9367 = 4,81	

Эмпирические числовые факторы, характеризующие расширение оксидов глазури по Винкельману и Шотту, следующие:

SiO ₂ - 0,027×10 ⁻⁶	MgO - 0,003×10 ⁻⁶
Al ₂ O ₃ - 0,167×10 ⁻⁶	Na ₂ O - 0,333×10 ⁻⁶
Fe ₂ O ₃ - 0,039×10 ⁻⁶	K ₂ O - 0,283×10 ⁻⁶
CaO - 0,167×10 ⁻⁶	TiO ₂ ---

$$\alpha_{\text{керамики}} = 73,08 \cdot 0,027 \cdot 10^{-6} + 11,21 \cdot 0,167 \cdot 10^{-6} + 0,77 + 5,13 \cdot 0,167 \cdot 10^{-6} + 4,81 \cdot 0,039 \cdot 10^{-6} + 2,37 \cdot 0,003 \cdot 10^{-6} + 1,4 \cdot 0,333 \cdot 10^{-6} + 1,06 \cdot 0,283 \cdot 10^{-6} = 1,97 + 1,87 + 0,85 + 0,19 + 0,007 + 0,466 + 0,3 = 5,65 \cdot 10^{-6}$$

Итак, КЛТР керамического черепка составляет 5,65 · 10⁻⁶ град.⁻¹.

Прежде чем приступить к расчету коэффициента термического расширения глазури, необходимо определить ее химический состав по методу Аппена, зная химический состав исходных компонентов, т.к. КЛТР является линейной функцией процентного содержания отдельных компонентов, входящих в состав глазури.

Химический состав глазури следующий (масс. %): SiO₂ - 40,1; Al₂O₃ - 3,03; Fe₂O₃ - 1,69; CaO - 0,56; B₂O₃ - 18,5; MgO - 0,42; Na₂O - 9,25; П.п.п. - 26,7. Пересчитаем на прокаленную массу (масс. %): SiO₂ - 54,5; Al₂O₃ - 4,12; Fe₂O₃ - 2,3; CaO - 0,76; MgO - 0,576; B₂O₃ - 25,17; Na₂O - 12,58.

$\alpha_{\text{глазури}}$, рассчитанный по формуле Винкельмана и Шотта, равен 6,5 · 10⁻⁶ град.⁻¹. Разница коэффициентов термического расширения глазури и керамического

Таблица 1

Химический состав глины и сырьевых материалов глазури

Наименование материалов	Содержание оксидов в масс. %								
	SiO ₂	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	П.п.п.
Глина Алексеевского месторождения	68,46	-	10,5	4,51	4,81	2,22	2,0	0,31	6,27
Диатомит	80,2	-	2,1	-	6,10	0,84	1,13	3,38	6,41
Бура	-	36,51	-	16,26	-	-	-	-	47,23



черепка составляет около 13%, что выходит за допустимое значение. Поэтому следует изменить соотношение сырьевых компонентов в сторону увеличения аморфного кремнезема для снижения коэффициента термического расширения глазури. Расчетные данные показывают, что согласование коэффициентов термического расширения керамического черепка и глазури происходит при следующих соотношениях сырьевых компонентов глазури: диатомит – 60 масс. %, бура – 40 масс. %.

Экспериментальное определение КЛТР материалов проводили на кварцевом dilatометре ДКВ-5А. Действие прибора основано на измерении разности изменения длины образца и кварцевого стекла, значение КЛТР которого весьма мало и хорошо изучено в различных интервалах температур. Измерения вели с постоянной скоростью нагрева, образцы глазурных стекол для испытания на приборе (штабики диаметром 4 мм и длиной 50 мм) получали методом вытягивания из расплава. Dilатометрия дает возможность получить кривую расширения глазурного стекла во всем интервале температур до точки начала размягчения. По кривой линейного расширения глазури можно определить температуру ее разлива, при которой глазурное стекло из хрупкого, стеклообразного переходит в вязкое, пластическое состояние. КЛТР определяется как относительное удлинение образца при нагревании его на 1°C.

$$\alpha = l_t - l_0 / l_0(t - t_0)$$

где l_0 – длина образца при нормальной температуре $t_0 = 25^\circ\text{C}$;

l_t – длина образца, нагретого до температуры t .

Обработка экспериментальных данных показала, что коэффициенты термического расширения керамического черепка и глазури состава: 60% диатомита и 40% буры - хорошо согласуются.

$$\alpha_{\text{керамики}} = 5,65 \times 10^{-6} \text{ град}^{-1}$$

$$\alpha_{\text{глазури}} = 5,8 \times 10^{-6} \text{ град}^{-1}$$

Для подтверждения экспериментальных результатов был использован метод определения согласованности материалов на специально изготовленных стержнях размером 100 x 10 x 5 мм путем выпиливания их из керамики [60]. Глазуровали одну поверхность образца и обжигали в муфельной печи по установленному режиму. В результате действия внутренних напряжений, возникающих после охлаждения из-за разницы КЛТР массы и глазури, образцы могут деформироваться. По виду и величине деформации визуально определяли правильность подбора глазури. После охлаждения на поверхности глазурного покрытия мелкие трещины не образуются, следовательно, данный состав глазури хорошо согласуется с керамическим черепком.

Подбор составов глазури в зависимости от температуры разлива

Приготовление нефритованных глазурей осуществляется путем совместного помола в шаровой мельнице сырьевых компонентов до прохождения через сито 10000 отв./см². Затем готовится водная суспензия плотностью 1,6 г/см³ и наносится на керамическую поверхность либо путем распыления с помощью форсунок, либо методом полива. Глазурь в идеальном случае должна наноситься на уже обожженный кирпич, однако в последние годы преобладает тенденция нанесения глазури на сырец, которая в процессе обжига, благодаря высокой текучести, закрывает все погрешности поверхности кирпича.

Нефритованная глазурь также может наноситься либо на поверхность сырца, либо на поверхность обожженного черепка. Если глазурь наносится на поверхность сырца, то температура разлива должна соответствовать температуре обжига керамического изделия. Поэтому нанесение глазури на поверхность сырца гораздо экономичнее.

Были изучены температуры разлива глазурей при разном процентном содержании компонентов. Установлены оптимальные температуры обжига глазурей и подобраны оптимальные составы для данной керамики. Результаты испытаний приведены на диаграмме в таблице 2. Из диаграммы видно, что оптимальная температура обжига составляет 950 - 1000°C.

При соотношении компонентов буры и диатомита 40:60 оптимальным температурным интервалом разлива является 900 - 950°C. При соотношении компонентов 50:50 оптимальная температура разлива составляет 950 - 1000°C. При этих составах и температурах глазурь имеет гладкую блестящую поверхность без признаков «цека». При остальных соотношениях глазурь либо имеет матовую поверхность, либо, разливаясь, имеет пониженную вязкость, при которой на поверхности образцов образуются плешины и частично «цек».

Подбор красителей и их действие на свойства глазурей

Для получения цветовой гаммы глазурных покрытий в состав глазури вводили различные красящие вещества сверх 100%. В качестве красителей были использованы пиритные огарки, перманганат калия, оксид меди, оксид хрома и выявлено их влияние на свойства глазурных покрытий. Результаты исследования представлены в таблице 3.

Из нее следует, что лучший разлив глазури придает перманганат калия в количестве от 2,5 до 10%, при этом цвет глазури меняется от сиреневого до коричневого. Глазурь имеет хороший блеск и ровный разлив.

Хорошую цветовую гамму дают добавки оксида



Таблица 2

Диаграмма оптимальных составов глазурей в зависимости от температуры разлива

№	Бура/Диатомит	925 – 950°C	950 – 975°C	975 – 1000°C	1000 – 1050°C	1050 – 1100°C
1	25/75					
2	30/70					
3	35/65					
4	40/60					
5	45/55					
6	50/50					

- глазурь матовая

- глазурь блестящая, имеются плешины (впитывание в черепок)

- глазурь блестящая, поверхность ровная.

меди в количестве от 5 до 10% и оксида хрома в количестве до 5%. Увеличение Cr_2O_3 свыше 5% повышает температуру разлива глазури, и поверхность становится матовой.

Таким образом, рекомендуется в качестве красящих добавок к глазурям для грубой строительной керамики, содержащим диатомит и буру в соотношении 60:40, вводить следующие материалы: KMnO_4 от 2,5 до 10%; CuO до 10%; Cr_2O_3 до 5%.

Технология приготовления и нанесения нефритованных глазурей

В результате проведенных исследований были выявлены недостатки в приготовлении глазурной суспензии и получении на ее основе качественного покрытия.

С целью выявления оптимальной степени помола глазури был произведен помол глазурной шихты в шаровой мельнице в течение различного времени – 30, 60, 90, 180, 270 минут. Из полученных масс готовили глазурный шликер и наносили на поверхность образцов – плиток размером 50 x 50 x 5 мм. Использовались обожженные и сухие необожженные плитки. Обжиг осуществлялся при температуре 950°C. Результаты исследования показали, что при нанесении глазури на обожженные плитки лучше всего разлилась глазурь, измельченная в течение 30 и 60 минут. Глазурь, подвергавшаяся измельчению более длительное время, местами впитывается в изделие. Таким образом, можно рекомендовать время помола глазурной шихты 30 – 60 минут. Оптимальная густота глазурного шликера составляет 40 – 45% воды, толщина слоя сырой глазури на поверхности – 0,5 мм.

Технология глазурования состоит из следующих

основных стадий:

- Составление сырьевой шихты и приготовление глазурной суспензии;
- Нанесение глазурной суспензии на поверхность изделия;
- Обжиг покрытия.

При выборе сырьевых материалов очень важно учитывать их чистоту, состав материалов должен быть постоянным с отклонениями в очень небольших пределах, чтобы можно было осуществлять контроль за составом глазури. Сырьевые материалы тщательно взвешивают, измельчают и готовят водную суспензию.

Следующий этап приготовления глазурной суспензии – это измельчение и перемешивание (смешение) водной суспензии в тарельчатом или барабанном смесителе. Продолжительность перемешивания 6 часов, после чего глазурный шликер необходимо процедить через вибросито 10000 отв./см².

Шликерный способ подготовки глазурной шихты обеспечивает большую однородность и хорошее качество покрытия. Нанесение глазурной тонкодисперсной суспензии на обожженный керамический черепок можно проводить либо методом распыления с помощью форсунок, либо поливом или окунанием. После покрытия глазурью изделия подсушивают в сушильных устройствах до влажности 0,5%, а затем обжигают в печи при температуре разлива глазури.

Обжиг – это один из ответственных этапов технологии глазурования. В общем виде процессы, протекающие при обжиге нефритованных глазурей, можно представить следующим образом. На ранних стадиях нагревания между компонентами шихты начинаются реакции в твердой фазе, приводящие к появлению новых образований и слабому спеканию зерен шихты. С повышением температуры в зонах



Таблица 3

Действие красителей на свойства глазурей

Вид красителей	Содержание в масс. %	Цвет	Блеск	Примечание
Пиритные огарки	10	Коричневый	Матовый	
	5	Коричневый с вкраплениями	Матовый	Блеск хуже, чем при 10%
Перманганат калия KMnO_4	2,5	Нежно-сиреневый	Прозрачный	Во всех составах, содержащих KMnO_4 , глазурь разлилась хорошо
	5,0	Сиреневый		
	7,5	Темно-сиреневый		
	10,0	Коричневый		
Оксид меди CuO	5,0	Сине-зеленый	Яркий	Блеск хороший
	10,0	Зеленый	Яркий	
Оксид хрома Cr_2O_3	2,5	Темно-зеленый	Хороший	
	8,0	Зеленый	Тусклый	
	10,0	Зеленый	Матовый	

контакта зерен появляется эвтектическая жидкость, идет термическая диссоциация компонентов, начинается силикатообразование и возрастает степень спекания зерен.

При дальнейшем повышении температуры количество жидкости увеличивается за счет легкоплавких компонентов, идут прямые реакции силикатообразования, жидкая фаза становится преобладающей. Наступает разлив глазури.

Учитывая процессы, происходящие при обжиге глазурных покрытий, следует выбрать правильный режим подъема температуры печи.

Первая стадия – медленный подъем температуры до 400 - 450°C со скоростью 1,5 – 2,0 град./мин.

Вторая стадия – резкий подъем температуры до температуры разлива глазури 950 - 980°C со скоростью 5 град./мин.

Третья стадия – выдержка при максимальной температуре в течение 20 – 30 мин.

Четвертая стадия – охлаждение до 50°C.

Данную технологию глазурования можно рекомендовать для получения облицовочных плиток и глазурованного гравия в качестве облицовки бетонных изделий.

Литература

1. Аппен А.А. Химия стекла. – Л.: Химия, 1970. – 352 с.
2. Павлушкин Н.М., Сентюрин Г.Г., Ходаковская Р.Я. Практикум по технологии стекла и ситаллов. – М., 1970. – 363 с.
3. Левицкий И.А., Миненкова Г.Я. Нефритованные легкоплавкие прозрачные глазури. // Стекло и керамика, №8, 1998. – С. 34-37
4. Спирина О.В., Ремизникова В.И. Нефритованная глазурь / Патент №2070185. БИ, №34, 1996. – С. 191.
5. Салахов А.М., Спирина О.В., Ремизникова В.И., Хозин В.Г. Легкоплавкая глазурь для строительной керамики // Стекло и керамика, №5, 2001. – С. 19-20.
6. Макаров И.А., Луценко В.А. Повышение качества глазурных покрытий для керамики // Стекло и керамика, 1996.
7. Химическая технология керамики / Под редакцией И.Я.Гузмана. – М: ООО РИФ “Стройматериалы”, 2003. – 496 с.



УДК 666.3, 666.712, 691.4.

И.А. Женжурист

СТРОИТЕЛЬНАЯ И ОТДЕЛОЧНО-ДЕКОРАТИВНАЯ КЕРАМИКА: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Керамический кирпич и разнообразная отделочно-декоративная керамика издревле применялись и до сих пор широко используются в России. В настоящее время реальную конкуренцию керамическим материалам составляют монолитный бетон, ячеистый бетон, вибропрессованные блоки и различные экзотические материалы в качестве отделочно-декоративных элементов конструкций. В современных условиях строительная, как и отделочно-декоративная керамика, будут использоваться в основном в качестве лицевого слоя в энергоэффективных конструкциях комбинированных панелей и кладок. На фоне общего увеличения объема производства строительной керамики, связанного с ростом массовой застройки и индивидуального строительства, в подотрасли стоит проблема улучшения качества, расширения ассортимента керамических материалов, особенно изделий хозяйственно-бытового и декоративно-художественного назначения [1, 2, 3].

Такое развитие лицевой и отделочно-декоративной керамики сдерживается отсутствием запасов качественных глин в основном по стране, а также зачастую и технологий, обеспечивающих получение высококачественной, конкурентноспособной продукции из низкосортного сырья. Эта проблема в подотрасли керамических стеновых материалов чаще всего решается за счёт повышения эффективности производства путём ввода новых мощностей с передовыми технологиями, чаще иностранного происхождения; совершенствования действующих на предприятиях технологических линий; замены оборудования; вовлечения в процесс производства добавок различного назначения, а также нетрадиционных видов минерального сырья, полезные свойства которых были известны, но их практическое использование стало рентабельным благодаря разработке эффективных технологий или дополнительное исследование свойств сырья позволяет использовать их в новых целях, например цеолитсодержащие кремнистые породы, цеолитсодержащие глины, известковистые глины, сапропели, мелкоразмерный вермикулит, глауконитсодержащие породы и др.) [4, 5, 6].

В настоящее время в Республике Татарстан отсутствуют значительные запасы качественных глин для производства лицевого кирпича, хотя для небольших производств отделочно-декоративных керамических изделий могли бы подойти разведанные

месторождения небольшого объема залегания, нетрадиционные виды сырья и отходы различных производств [7,4]. Вместе с этим высокие темпы строительства в республике нуждаются в широком ассортименте лицевых керамических материалов, что требует расширения объемов производства и номенклатуры лицевой продукции. Использование керамических отделочных материалов позволяет получить не только отделку зданий очень высокого качества, но и экономить средства на ремонтные работы, что в конечном итоге приводит к экономии производства, несмотря на относительно высокую стоимость керамических материалов.

К настоящему времени разработан ряд способов производства лицевых и отделочно-декоративных керамических материалов как по полусухой, так и пластической технологиям. В частности, для производства цветных материалов применяется способ объемного окрашивания, а для изделий поверхностного декора чаще используются различные способы обработки лицевой поверхности (ангобирование, глазурирование, торкетирование минеральной крошкой или покрытие поверхности синтетическими растворами) [1,2,8]. Оба способа имеют свои недостатки: объемное окрашивание часто связано с большим расходом дорогостоящих искусственных красителей, хотя чаще всего используют добавки природных минералов, таких, как карбонатные породы, руды черных и цветных металлов. Поверхностное декорирование заключается в нанесении фактурного покрытия на сырец или готовое изделие. Отколы на лицевой поверхности изделия, образующиеся в процессе эксплуатации или при перевозке, снижают качество и не способствуют расширению производства такого кирпича. Перспективен способ производства лицевых керамических изделий по технологии изготовления сырца из масс жесткой консистенции с влажностью 9-15% методами компрессионного и экструзионного формования. Эффективным способом повышения качества керамических материалов на основе малопластичного, часто некондиционного глинистого сырья, является гиперпрессование дисперсных и дисперсно-зернистых материалов при давлениях свыше 30 МПа. Исследования показали, что с увеличением давления прессования образцов увеличивается скорость сушки, что особенно важно при разработке и проектировании новых технологий получения



керамических материалов, особенно лицевого [9]. Имеется опыт использования легкоплавкого рыхлого пылеватого глинистого сырья, сланцеподобных пород углеобогащения, масс с добавками зол ТЭЦ и другими топливосодержащими отходами энергетического и металлургического производств [1,7]. У каждого из этих методов производства есть свои недостатки и преимущества. Так, при компрессионном формовании из масс влажностью 9-10% процесс переработки шихты сопровождается пылевыведением при сушке и измельчении предварительно гранулированного сырья, небольшой производительностью прессов и повышенными затратами на их обслуживание. При экструзионном формовании сырца из масс жесткой консистенции с влажностью 14-15% необходимо давление формования порядка 10 МПа, что требует специального формовочного оборудования, а также рациональной системы сушки и обжига. Организация такой технологии требует полной реорганизации производств, действующих на большинстве предприятий подотрасли, имеющих устаревшие технологии и оснащенных изношенным оборудованием. Кроме того, они не могут компенсировать низкий уровень технологических разработок с учетом особенностей местных сырьевых ресурсов. Обеспечить конкурентоспособность строительной керамики, выпускаемой на устаревшем оборудовании, чрезвычайно сложно.

Еще в СССР, с целью возрождения производства керамического кирпича как перспективного и долговечного стенового и облицовочного материала, были закуплены заводы производства итальянской фирмы "Униморандо" (Unimorando), которые на большинстве предприятий продолжают работать и в настоящее время. За последнее десятилетие частными компаниями, в основном нефтегазового и золотопромышленного комплекса, закуплены и запущены в эксплуатацию комплектные заводы разных зарубежных фирм – "Серик" (Ceric, Франция), "Ажемак" (Agemas, Испания), "Лингл" (Lingl, Германия), "САКМИ", "СИТИ", "Келлер" и др. Эти предприятия нового поколения оснащены высокопроизводительным оборудованием по переработке сырья, формованию, автоматами садки и высадки, высокопроизводительными печами. Все процессы от приема сырья и выдачи готовой продукции автоматизированы. Широко применены электронные системы контроля на всех переделах производства. На этих предприятиях выпускается продукция широкой номенклатуры и высокого качества. На этих линиях можно выпускать облицовочный кирпич, санитарно-технические изделия, отделочно-декоративную керамику из не очень хорошего сырья [10].

Следует сказать, что заводов, оснащенных новым технологическим оборудованием, – единицы, а сотни российских предприятий по производству кирпича

нуждаются в замене практически всего технологического оборудования. Из-за рубежа завозятся сырье, пигменты, глазури, деколи. Главной причиной отставания многих предприятий является невозможность технического перевооружения предприятий за счет собственных средств [10]. При этом закупка импортного оборудования не в состоянии решить проблемы керамической промышленности, так как не может во многих случаях компенсировать низкий уровень технологических разработок с учетом особенностей местных сырьевых ресурсов. Эта проблема обсуждалась специалистами за "круглым столом", организованным редакцией "Строительной газеты" и ЗАО "Корпорация стройматериалов" [11].

Керамическая промышленность успешно может решать экологические проблемы многих предприятий энергетического, металлургического, химического и машиностроительного профилей, поскольку одна из немногих может в больших количествах перерабатывать отходы производства других отраслей промышленности в экологически безопасную продукцию [1, 4, 5, 7].

Несмотря на все проблемы, в настоящее время развитие керамической промышленности как в России, так и в Татарстане идет достаточно высокими темпами, хотя по уровню технического оснащения и качеству продукции мы существенно отстаем от передовых стран Европы, Американского континента и Восточной Азии [11]. Так, анализ отечественного производства показывает, что только 7% созданных производственных технологий обладают принципиальной новизной, лишь 2,6% освоенных передовых технологий защищены патентами [13]. Учитывая ограниченные возможности государственного финансирования, реальным резервом инновационного процесса в условиях рыночных отношений и гражданского общества является опора на общественные научно-инженерные сообщества в интересах расширения фронта и углубления научных исследований, инновационного освоения их результатов [13]. Активную работу в этих направлениях проводит Казанский государственный архитектурно-строительный университет и кафедра технологии строительных материалов, изделий и конструкций, возглавляемая уже долгие годы доктором технических наук, профессором, заслуженным деятелем науки РФ и РТ Хозиным В.Г. На кафедре изучаются новые направления в теории керамических материалов, позволяющие влиять на структуру и свойства полимерно-коллоидных и композиционных систем, физико-химические закономерности механики дисперсных систем. Глины, являясь основным сырьем керамической промышленности, по существу являются наноносителями, так как размер глинистых частиц зачастую не превышает 100 нм и они носят коллоидный характер. Поэтому изучение состава глинистого сырья, его технологических свойств и

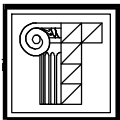


особенностей предварительной переработки является важнейшим этапом в технологическом процессе и оказывает решающее значение при получении высококачественной керамики [7,11].

Появление новых направлений в теории керамических материалов определяет во многом и специфику подготовки специалистов - технологов в области производства керамики, так как строительство и производство строительных материалов являются в настоящее время одним из основных показателей развития общества. Поэтому важнейшей задачей высшей школы является подготовка высококвалифицированных технологов - керамистов, востребованность которых растет с каждым годом [11]. Следует отметить, что изучению закономерностей в сложной системе сырье – состав – структура – свойство, дающих возможность разрабатывать эффективные технологии получения материалов с заранее заданным комплексом свойств, значительное место отводится современным керамическим материалам, за которыми основные перспективы развития науки и техники XXI века.

Литература

1. Гудков Ю.В., Бурмистров В.Н. Пути повышения эффективности производства изделий стеновой керамики // *Строительные материалы*, №2, 2005. – С.14– 15.
2. Мелешко В.Ю. Технология и установка для производства лицевого керамического кирпича с декорированной поверхностью // *Строительные материалы*, №2, 2005. – С.28 - 30.
3. Гуров Н.Г. Выбор эффективных технологий при производстве стеновых керамических изделий в современных условиях // *Строительные материалы*, №2, 2004.– С.6 - 7.
4. Корнилов А.В. Нетрадиционные виды нерудного сырья для производства строительной керамики // *Строительные материалы*, №2, 2005. – С.50 - 51.
5. Левицкий И.А. Исследование возможности использования глауконитсодержащих пород в производстве стеновых керамических материалов // *Строительные материалы*, №2, 2005.– С.46 - 48.
6. Ашмарин А.Г., Власов А.С. Цеолитсодержащие глинистые породы как сырье для производства керамических стеновых материалов // *Строительные материалы*, №2, 2005. – С.52 - 53.
7. Железный П.Н., Женжурист И.А., Хозин В.Г. Керамические строительные материалы на основе местного сырья и отходов теплоэнергетики Татарстана // *Строительные материалы*, №8, 2004. – С.54- 55.
8. Махленкова Л.Н. Технология окрашивания кирпича хромоформными химическими соединения // *Строительные материалы*, №2, 2005. – С. 31.
9. Бадашкева Е.М., Архинчева Н.В., Щукина Е.Г. Гиперпрессованные керамические материалы // *Строительные материалы*, №2, 2005. – С. 61 - 63.
10. Мамбетшаев С.В. Промышленность строительной керамики остро нуждается в перевооружении // *Строительные материалы*, №2, 2005. – С. 9 - 11.
11. Гончаров Ю.И. Реформа высшей школы и проблемы подготовки кадров для керамической промышленности // *Строительные материалы*, №2, 2005. – С. 9 - 11.
12. Отечественные строительные материалы - 2005 // *Строительные материалы*, №2, 2005. – С. 54 - 55.
13. Гусев Б.В. Задачи научно-инженерных кадров в современном российском обществе // *Строительные материалы*, №2, 2005. – С. 3 - 4.



УДК 725/727,758.8 (470)

К.И. Мусина

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРИХОДСКИХ ХРАМОВ БЕССТОЛПНОГО ТИПА

В связи с изменениями, произошедшими в стране с конца 1980-х годов, с получением регионами экономической самостоятельности возрос интерес общества к возрождению духовного наследия. Перемены в жизни и религиозном сознании людей привели к необходимости массового строительства и восстановления культовых сооружений.

Согласно справочнику [1] на территории Республики Татарстан в Списках памятников истории и культуры значится 340 зданий православных храмов. Это уникальные здания соборов, монастырей и часовен. Но кроме больших храмовых комплексов, которые строили под руководством известных зодчих, сохранилось немало зданий приходских храмов. Это небольшие храмы, которые строили и содержали на средства прихожан. Приходские храмы возводили повсеместно в городских кварталах и селах. Для них использовали рекомендованные для массового строительства типовые “образцовые проекты”, разработанные в Петербурге.

Данная статья является описанием истории создания, причин разрушения и ряда технических решений, принятых по восстановлению зданий бесстолпных храмов, основанных на практическом опыте автора.

По объемно-планировочному решению здания православных каменных храмов классифицируют на центрические, бесстолпные и со столпами (крестово-купольные) [2].

С XII века в России наибольшее распространение получил пришедший с византийских времен тип крестово-купольного храма. Сначала двух, позже четырехстолпные трехнефные храмы представляют собой компактное, квадратное в плане здание – “четверик”, с пристроенным алтарным помещением апсиды. Конструктивную основу крестово-купольного

храма составляет арочно-стоечная система, на центральные подпружные арки которой опирается центральный световой барабан. Внутреннее пространство храма поделено массивными столбами-опорами на модули около 6х6м каждый. Стены и своды до появления керамического кирпича возводились из белокаменных блоков. Звонницы строили отдельно стоящими от здания храма.

С преобразованиями, привнесенными в Россию реформами петровской эпохи, появлением промышленных предприятий, в городах увеличилось население. С ростом прихожан появилась потребность в новом, более вместительном храмовом здании. Постепенно планировочная структура крестово-купольного храма эволюционировала к бесстолпному [2]. Его объемно-пространственная композиция окончательно сложилась к концу XVIII века под влиянием стилистических форм европейского барокко и зарубежного опыта храмостроения.

С развитием технического прогресса стали доступны кирпич машинного формования, стальные полосы различного сортамента и крепежные элементы типа анкеров-затяжек. С появлением на рынке новых строительных материалов возросло строительство храмов со стенами и сводами из кирпича, прочностные характеристики которого дали возможность перекрывать пролеты до 13 метров одним сводом.

К широкому распространению бесстолпного типа храма с конца XVIII века привели накопленный практический опыт строительства, относительная простота возведения, экономическая целесообразность, возможность удовлетворения идеологических и художественных задач. С появлением зальных помещений увеличилась вместимость церкви, что важно для холодных климатических условий средней полосы России.



1. Центрический

2. Бесстолпный

3. Со столпами

Рис.1. Планы православных храмов (даны без соблюдения масштаба)

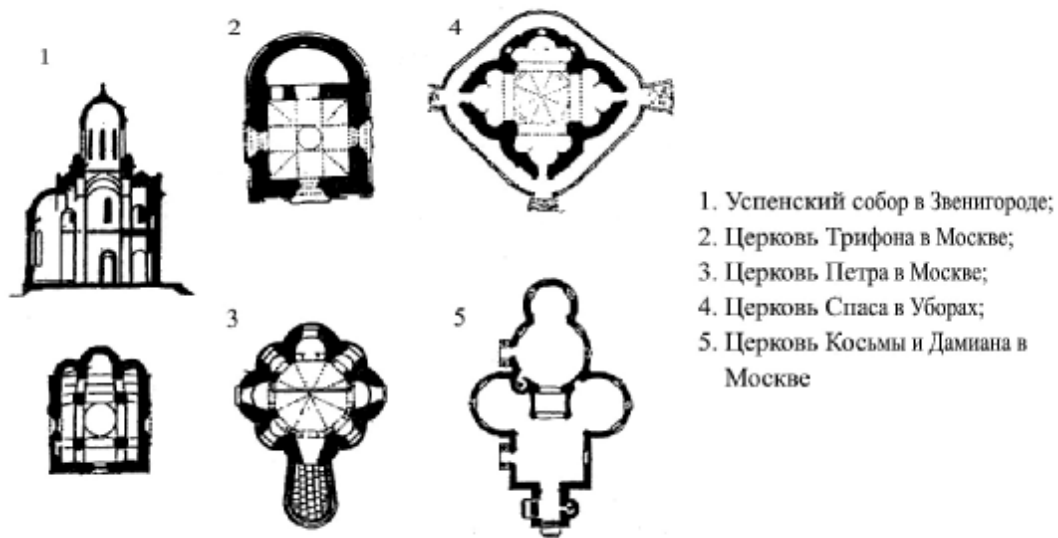


Рис.2. Примеры храмов, которые согласно СП 31-103-99 “Православные храмы” соответствуют церковно-каноническим требованиям

Объемно-планировочное и конструктивное решение здания оказалось настолько удачным, что и в наше время приходские церкви, продолжая преемственность, возводят по традиционным образцам (например, новые здания на улице Ю.Фучика в Казани, в районных центрах Алексеевск, Камское Устье). Тем не менее, современные строительные правила и нормы, разработанные при участии Московского патриархата [3], рекомендуют возвращение к четырехстолпным или центричным планировочным схемам храмов византийского типа.

Бесстолпный храм – это здание, планировочная ось которого вытянута с запада на восток от колокольни, через трапезную и храмовую часть, к алтарю. С XVIII века здание имеет следующий состав помещений: пристроенная колокольня с притвором (входная группа), трапезная (накопительный вестибюль), храмовая часть (молельный зал) и апсида (алтарь). К трапезной с южной и северной сторон могут быть пристроены добавочные алтари – приделы. Каждое помещение перекрывается одним сводом, без массивных опор (столпов), отсюда этот тип здания назван бесстолпным. Его объемно-планировочная композиция сложена из двух массивных объемов храмовой части и колокольни, уравновешивающих друг друга и объединенных между собой объемом трапезной. С начала XVIII века помещение трапезной перекрывается лотковым сводом, а храмовая часть – подъемистым сомкнутым сводом. Позже, с начала XIX века, с привнесением классических форм в культовую архитектуру, соответственно – коробовым и купольным на парусах сводами. Приделы перекрываются коробовым или четвертным сводами и конхой. Апсида – конхой.

Колокольня представляет собой четырехъярусное сооружение башенного типа, высота которого в 3,5 раза

превышает горизонтальный размер стен у основания (например, если колокольня имеет размеры в плане 7х7 м, то верхняя отметка кладки стен достигает 24-25 м). Пространственная жесткость сооружения достигается массивностью стен и перекрытий, которые являются дисками жесткости. Колокольня объединена со зданием перевязанной кирпичной кладкой и внутрестеновым металлическим поясом. Восточные опоры колокольни составляют с западной стеной трапезной целостную конструкцию. В толще кладки (достигающей в этом месте около 2,5 м) размещен лестничный марш подъема на колокольню, в виде сводчатого туннеля шириной от 0,65 м.

Цель реставрации – сохранение, укрепление и обновление зданий. Все дошедшие до нас храмы простояли не менее двухсот лет. Кроме естественных деформаций, связанных с возрастом строительных материалов, с просадками и размыванием грунтов, особый вред нанесли разрушения, связанные с хозяйственной деятельностью человека. В XX веке большинство культовых зданий было полностью уничтожено, а уцелевшие были приспособлены под склады удобрений, овощехранилища, гаражи (в здании церкви на Красной Горке, например, до недавнего времени работала автомойка), реже жилые помещения. При приспособлении зданий под новые функции были снесены колокольни, приделы, разобраны своды, устроены лестницы, новые перекрытия. С разрушением фрагментов зданий, перераспределением нагрузок конструкции зданий стали работать по изменившейся схеме, в результате чего появлялись трещины, деформации, которые приводили к смещению, а затем и к обрушению сводов.

В настоящее время конструкции большинства храмов находятся в столь плачевном состоянии, что



восстановление их (даже строительными материалами, адаптированными к существующим) всегда сопряжено с определенным риском.

Работы по сохранению объектов культурного наследия проводятся в соответствии с реставрационными нормами и правилами [4]. Проект реставрации здания разрабатывается поэтапно [5]. Вначале собираются сведения об истории строительства, собираются архивные и библиографические сведения, иконографические материалы. Затем проводят инженерные и технологические исследования, в результате которых выявляются причины разрушений и деформаций памятника, оценивается техническое состояние и определяется степень инженерного вмешательства в сложившуюся конструктивную схему древнего здания.

В основе несущей системы культовых зданий заложены распорные конструкции, которые пришли к нам с древних времен. Определить дефекты арок, сводов и прогнозировать их работу в будущем - задача, требующая отчетливого понимания работы конструкций. Древние строители умели просчитывать равновесие сил, действующих на здание. Распор свода гасится собственным весом, жесткостью опорного контура массивных стен, работой внутрискладчатого и воздушного металлического связевого каркаса [6], а также встречным распором сводов приделов и апсиды.

В проектной практике необходимо подбирать оптимальные технические решения к каждому зданию индивидуально. Рассмотрим три храма, которые построены примерно в одно и то же время, похожи по своему объемно-планировочному решению,

конструкции выполнены из идентичных строительных материалов. При этом каждое здание испытывало воздействие разных разрушительных факторов, которые привели к различной степени физического износа и утрат конструкций. На всех зданиях рекомендованы мероприятия по укреплению старых и восстановлению новых фрагментов, с включением их в работу сложившейся конструктивной схемы здания.

В первом примере рассматривается относительно благополучное здание церкви, не подвергшееся особым разрушениям, степень утрат первоначальных конструкций которого составляет 10%, во втором - 45%, и в третьем случае - 80%.

1. Храм Вознесения Господня на пр. Рудник Верхнеуслонского района РТ. Проект реставрации комплекса выполнен в 1990 году (архитекторы К.И.Мусина, М.Ю.Степанова, инженер Р.П.Козлова). Храм Вознесения Господня - одно из зданий комплекса Макарьевской пустыни, расположенной на высоком правом берегу реки Волги, недалеко от острова Свяжск. Храм построен в 1839 году на фундаментах начала XVIII века.

С подъемом уровня воды в Куйбышевском водохранилище в 1956 году грунты, на которых стоит здание, начали перемещаться в сторону реки Волги. Оползанию грунта и карстовым провалам способствуют многочисленные ключевые источники, пронизывающие береговые склоны. Кроме того, верхний склон террасы ослаблен горизонтальными проходами рудника, из которых добывали известняк. Таким образом, сложилась реальная угроза наклона

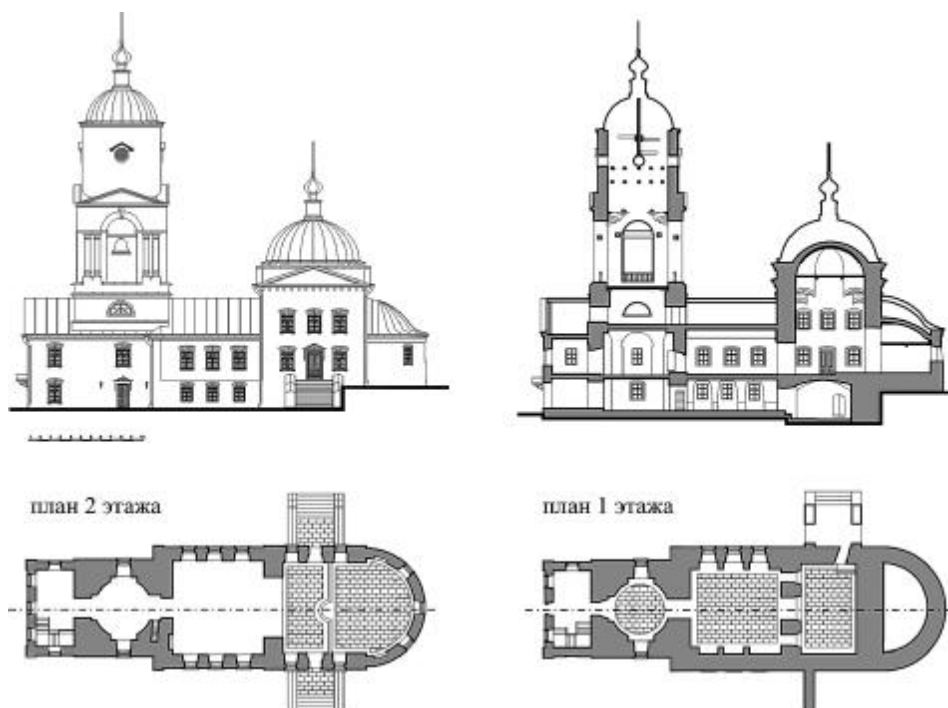


Рис.3. Храм Вознесения Господня

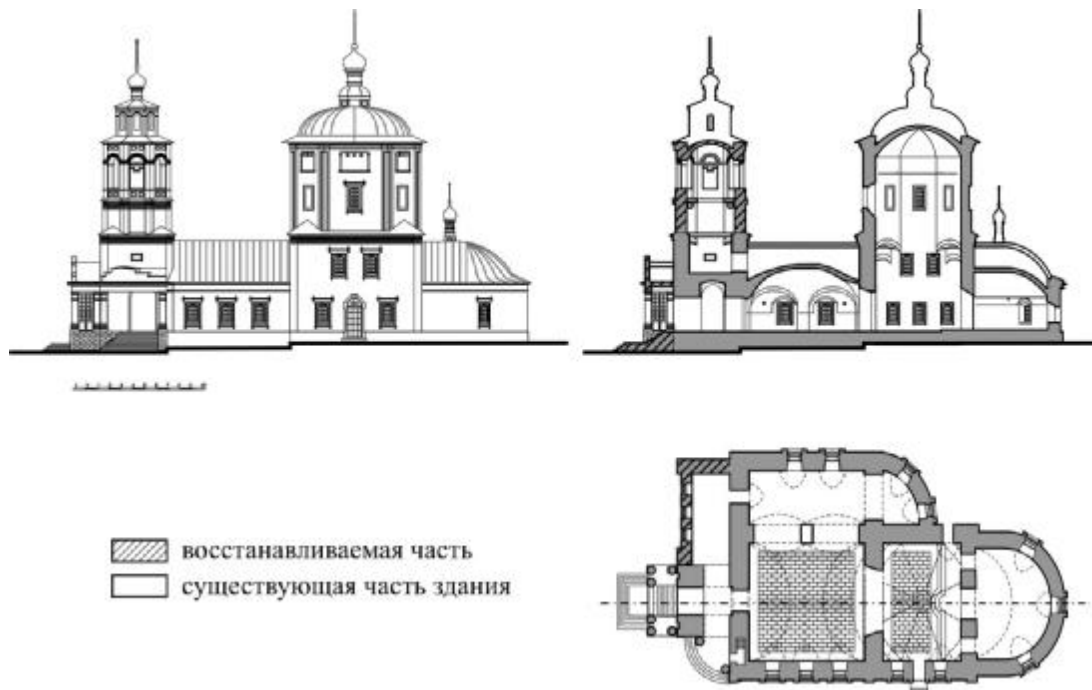


Рис. 4. Церковь Параскевы Пятницы

здания в сторону реки, так как на его стены давит грунт с верхнего склона, а фундаменты с противоположной стороны подмывают воды истекающего вблизи родника.

Храм каменный, двухэтажный. В верхнем холодном храме располагался престол во имя Вознесения Господня, в нижнем теплом храме - два престола во имя Божьей матери и во имя Макария Желтоводского. Церковь построена в стиле провинциального классицизма. Фундаменты и стены нижнего храма сложены из блоков известняка в XVIII веке, выше - из керамического кирпича. При устройстве поздних перекрытий своды и металлический связевой каркас не были нарушены. Колокольня представляет собой цилиндр на четверике, внутри нее сохранился уникальный деревянный связевой каркас.

Здание в советское время использовалось под столовую и клуб детского туберкулезного санатория. За это время оно отапливалось, кровля ремонтировалась. Новые эксплуатационные функции привели к полной утрате интерьера, но не принесли серьезных повреждений конструкциям здания. По состоянию на 1990 год вызвали опасение трещины и расслоения кладки с южной стороны здания.

Рекомендации по восстановлению церкви свелись к устранению причин разрушения, то есть отводу воды от стен, удалению грунта, восстановлению подпорных стен, разборке поздних деревянных перекрытий и перегородок, ремонту кровли, заполнению оконных и дверных проемов и осуществлению наблюдения за объектом.

В настоящее время пустынь передана

Православной Епархии, силами которой ведутся ремонтно-реставрационные работы.

2. Храм Параскевы Пятницы в г. Казани по ул. Б.Красная, 1. Проект реставрации выполнен в 1995 году (архитекторы К.И.Мусина, Р.Г.Зиганшин, инженер Р.П.Козлова). Храм находится в историческом центре, вблизи стен Казанско-Богородицкого монастыря. Пятницкая церковь - одна из самых почитаемых приходских церквей города. Строительство здания относится к 1730 году. Первоначально это был трехпрестольный храм. Главный престол был освящен в честь Вознесения Господня. В 1830 году архитектором П.Г.Пятницким, автором комплекса Казанского университета, были возведены крытое крыльцо (паперть) в виде классического портика и ограда с монументальными южными воротами. Тогда же был перестроен левый придел. Правый придел был разобран в начале XX века.

В тридцатых годах прошлого века в здании размещались тюрьма, позднее жилье с гаражом в алтарной части. Для устройства перекрытия с лестницей подъема на него срезали связи металлического каркаса. Была разобрана кладка стен двух верхних ярусов колокольни. После отселения жильцов здание продолжительное время было лишено кровли. Незащищенные своды подвергались воздействию атмосферных осадков, заросли мхом и кустарником. Кроме того, после пожара здание расчленилось температурно-деформационной трещиной по иконостасной стене. В 1960-е годы в непосредственной близости от храма были построены три пятиэтажных дома, во время строительства которых



появились трещины в конструкциях здания. Рядом со зданием проходит оживленная транспортная магистраль. Кроме вреда, причиняемого постоянной вибрацией, фундаменты здания были “оголены” из-за понижения отметки покрытия дороги.

Реставрационные мероприятия свелись к устранению причин разрушения. Были проведены работы по усилению фундаментов и наземной части здания для восстановления целостности объема храмовой части. Были восстановлены кровли, главы, заполнения оконных и дверных проемов. Был восстановлен металлический связевый каркас (как профилактическая мера по обеспечению горизонтальной несмещаемости элементов опорного контура свода). Выполнены работы по инъектированию трещин кладки стен и сводов цементно-полимерным раствором. Кроме усиления конструкций, были проведены эпидермические мероприятия по реставрации поверхности кирпичной кладки с применением модифицированного минерального раствора. Позже были возведены два верхних яруса колокольни и осуществлены работы по планировке территории. Можно констатировать, что после проведенных реставрационных мероприятий и восстановления утраченных частей здания, конструкции стали работать по рабочей схеме, близкой начальной.

В настоящее время храм передан Православной Епархии, силами которой продолжают ремонтно-реставрационные работы.

3. Храм Троицкий в с. Новошешминск Новошешминского района РТ. Проект реставрации

выполнен в 2002 году (архитекторы К.И.Мусина, Ю.В.Васильева, инженер Т.В.Сальникова). Холодная Троицкая церковь построена в 1794 году. Здание стоит на высоком холме и является градостроительной доминантой для всего района. Колокольня и южный теплый придел во имя Покрова Божьей матери были разобраны до основания в начале XX века. Затем здание было использовано под склад, укрытие для скота.

В результате проведения архивных изысканий был найден проект 1868 года на перестройку колокольни, в котором на нижних, барочных ярусах XVIII века предлагалось возвести третий и четвертый ярусы классических форм. Этот проект стал “заданием” для разработки рабочей документации по восстановлению Троицкой церкви.

После осмотра конструкций, исследования фундаментов, грунтов подтвердилось, что, несмотря на обрушения колокольни и придела, здание достаточно стабильно, о чем говорит отсутствие недавних просадок и подвижных трещин. Проектом восстановления предложено рассматривать отдельно укрепление сохранившейся части от воссоздания утраченных фрагментов здания. В сохранившейся части предполагается проведение работ по усилению фундаментов и наземной части здания, восстановлению кровли, полов, заполнений оконных и дверных проемов. Наружная кладка стен здания пострадала от выветривов и осадков. Предложено выполнить работы по инъектированию трещин кладки стен и сводов, восстановлению наружной версты кладки стен.

После восстановления новые части здания должны

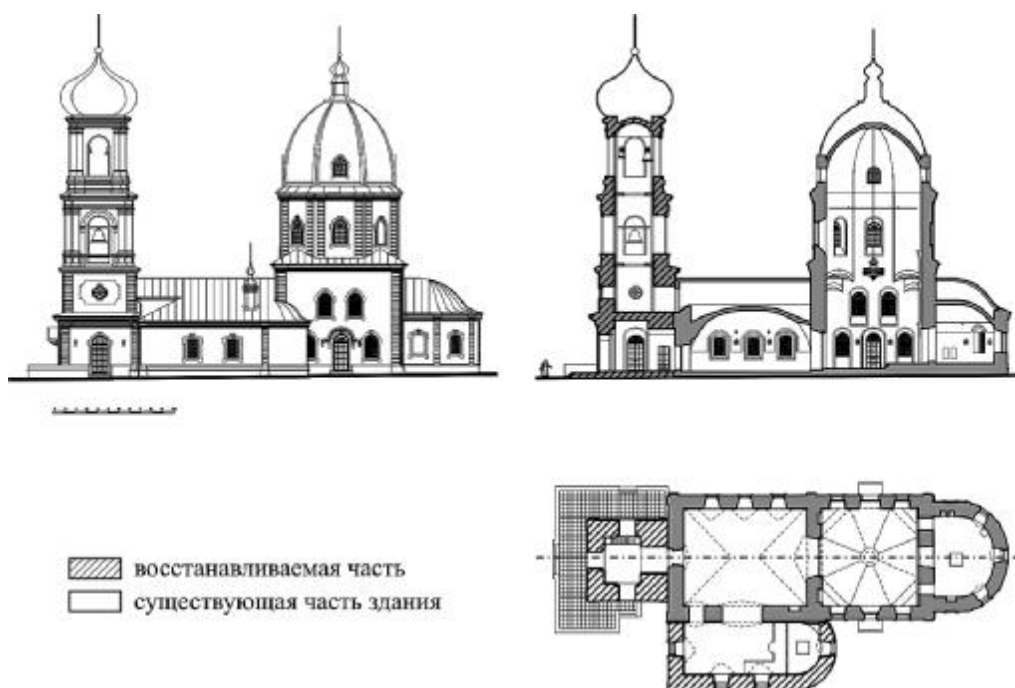


Рис. 5. Церковь Троицкая



работать независимо от сохранившегося объема здания. Для этого предусмотрена возможность вертикального перемещения восстанавливаемых частей здания вдоль существующих стен. По проекту высота верхней отметки кладки стен колокольни должна составить 25,5 метра. Необходимо восстановить перекрытия ярусов, металлобетонные пояса и связывающие из полосовой стали на уровне пят арок проемов, лестницу подъема на колокольню.

К трапезной, стены которой предложено усилить железобетонным поясом, должен быть пристроен южный придел. Для этого в месте примыкания новой стены к существующей предусматриваются штрабы, в которые должна быть заведена новая кладка. С разборкой придела была нарушена целостность работы конструкций всего здания - восстановить ее не представляется возможным. Поэтому перекрытие апсиды предложено выполнить из балок, а свод симитировать подвесным потолком со скользящими элементами каркаса.

Наружную облицовку стены предлагается воссоздать из керамического полнотелого кирпича, взятого после разборки старых зданий. Для придания большей выразительности стены необходимо обмазать известково-глиняной затиркой, а не штукатурить.

В настоящее время на средства районной администрации ведутся работы по восстановлению храма.

Таким образом, на основе изложенного материала можно сделать следующие выводы:

- Бесстолпный одноглавый храм, объемно-пространственная композиция которого сложилась в XVIII веке, остается наиболее распространенным типом приходской церкви;

- Разрушения зданий связаны в большей степени с деятельностью человека, нежели с естественным старением материалов и неблагоприятными экологическими факторами;

- При кажущемся на первый взгляд внешнем сходстве зданий, технические решения при восстановлении их конструкций каждый раз подбираются индивидуально. Восстановление здания храма требует анализа первоначальной рабочей схемы, представления о работе распорных сводчатых систем, технологических знаний старых строительных материалов;

- Несмотря на сложности, с которыми приходится сталкиваться при реставрации и восстановлении зданий, существуют архитектурные и технические решения, отработанные автором на практике по восстановлению бесстолпных храмов.

Литература

1. Республика Татарстан. Православные храмы. – Казань: Фест, 1998.
2. Флиер А.Я. Эволюция планов православных каменных храмов. "Архитектурное наследие", №35. – М.: Стройиздат, 1988.
3. СП 31-103-99. Православные храмы. – М.: Стройиздат, 1999.
4. Федеральный закон №73-ФЗ от 25.06.2002 г. "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации".
5. РНИП 1.02.01-94. Реставрационные нормы и правила.
6. Бессонов Г.Б. Исследования деформаций, расчет несущих способностей и конструктивное укрепление древних распорных систем. Методические рекомендации объединения "Росреставрация". М., 1989. – С. 27.



УДК 711.(470.324)

П.Н. Быстров, Р.С. Закиров

К ВОПРОСУ О РЕДЕВЕЛОПМЕНТЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА

Редерелопмент - это процесс вторичного, как правило, комплексного развития территории (её “возрождения”), процесс преобразования уже имеющихся на территории объектов недвижимости (в основном, на базе ветхого фонда) в совершенно новые, часто с изменением их функционального назначения.

Программа редерелопмента активно используется во всём мире для развития нерационально используемых территорий и включает в себя проведение необходимых работ по её застройке, реконструкции и восстановлению, включая жильё, коммерцию, промышленность, торговлю и другое.

Редерелопмент – один из наиболее эффективных способов оживления районов, пришедших в упадок вследствие условий (социально-экономических, экологических и др.), которые препятствуют эффективному и полноценному инвестированию.

Цель редерелопмента – привлечение инвестиций для преодоления тенденций упадка, создание рабочих мест, оживление бизнеса, восстановление и развитие жилищно-коммунального и производственного секторов, развитие эффективной системы социального обеспечения населения и сервисных услуг.

Редерелопмент – это деятельность, направленная, в том числе, на оказание помощи органам местного самоуправления в ликвидации условий, порождающих упадок на определённой территории.

В настоящее время в г. Казани одним из наиболее актуальных является редерелопмент исторически сложившихся промышленных территорий.

Наличие промышленных предприятий в центре города - это общая проблема всех крупных городов, в том числе и г. Казани. Города, постепенно расширяя свои границы, естественным образом увлекали располагавшиеся на городских окраинах предприятия в центр. Возникающие в связи с этим проблемы хорошо известны:

- загрязнение атмосферы, грунтов и водоемов, что неблагоприятно для окружающих пользователей объектов непроизводственного назначения;
- угроза техногенных катастроф и их последствий;
- непомерная нагрузка на транспортную сеть, что создаёт неудобства и самим предприятиям (избыточные транспортные издержки);
- депрессивное влияние на прилегающую недвижимость непроизводственного назначения;
- невозможность использования занятых территорий под современные, более востребованные

городским сообществом, конкурентоспособные функции (способные оплачивать центральное местоположение);

- некоторые территории заняты предприятиями, которые фактически уже не работают либо не приносят собственникам разумного дохода. При этом крайне низки их платежи в бюджет, а территории недоступны для нового использования. Затраты фирм и городского сообщества на освоение новых земель и создание инфраструктуры могут существенно превышать затраты на редерелопмент депрессивных территорий.

Вступление России в ВТО и, соответственно, вхождение в систему мировой конкуренции производителей приведёт к проявлению неконкурентоспособности ряда предприятий и целых отраслей. Сфера производства подвержена рискам и в связи с высокими темпами технического прогресса. Следствием данных обстоятельств является уменьшение сроков экономической жизни ряда производств и неизбежность прекращения деятельности (бизнеса) многих предприятий.

Во всём мире крупнейшие города теряют промышленные функции. В наших условиях к этому подталкивает и существующая система налогообложения промышленных предприятий, при которой основная часть налогов уходит в федеральный бюджет. Градообразующими могут и должны стать третичные и четвертичные виды деятельности горожан. Третичные виды деятельности - связанные с транспортом, торговлей, наукой, искусством, услугами (финансовые, профессиональные и конструкторские услуги, бытовые услуги, здравоохранение, образование и социальная сфера). Четвертичные виды деятельности - связанные с получением и обработкой информации (информатика, компьютерные технологии, интернет).

Поэтому в настоящее время многие зарубежные и отечественные города разрабатывают и начинают реализовывать программы по редерелопменту промышленных территорий.

Прежде всего, нужно обозначить факторы редерелопмента, причины, влияющие на принятие того или иного решения по развитию промышленных территорий.

1. Градостроительные факторы:

- неэффективное использование территорий, занимаемых промышленными предприятиями;
- неудобное местоположение в планировочной



структуре города, явившееся следствием территориального развития города;

- отсутствие необходимой транспортной инфраструктуры, соответствующей современным требованиям;

- перспективы данной территории в соответствии с генеральным планом развития города.

Высокий спрос на земельные участки в центральной части города под непромышленную застройку создаёт благоприятную конъюнктуру для продажи деградирующих производств и финансирования создания современных предприятий на адекватных территориях – более удобных по расположению и с использованием лишь необходимой площади. Это позволяет избежать исторически сложившейся низкой плотности застройки и, соответственно, избыточных платежей за землепользование.

2. Экономико-правовые факторы:

- рост и развитие промышленного предприятия;
- банкротство предприятия;
- смена формы собственности;
- высокая цена, престиж и налогообложение занимаемого земельного участка;
- объединение нескольких мелких промышленных предприятий в одно крупное или, наоборот, разделение.

Высокий спрос на земельные участки в центральной части города под непромышленную застройку создаёт благоприятную конъюнктуру для продажи деградирующих производств и финансирования создания современных предприятий на адекватных территориях – более удобных по расположению и с использованием лишь необходимой площади. Это позволяет избежать исторически сложившейся низкой плотности застройки и, соответственно, избыточных платежей за землепользование.

3. Социальные факторы:

- необходимость преобразований в рамках новых социальных программ, связанных с улучшением условий труда и созданием возможностей для качественного отдыха;

- внедрение культуры производства.

4. Экологические факторы:

- переход на экологически безвредное производство, внедрение менее энергоёмких технологий с замкнутым циклом производства;
- переход на энергосберегающие и ресурсосберегающие материалы и сырьё для производства продукции.

5. Историко-культурные факторы:

- необходимость проведения реконструкции промышленных зданий, имеющих статус исторического, культурного, архитектурного памятника (с возможным перепрофилированием в объект общественного назначения, например, в музей или культурно-развлекательный комплекс);

- изменение роли и статуса промышленных предприятий, находящихся в историческом центре города.

6. Защитные факторы:

- перепрофилирование предприятия в случае чрезвычайных ситуаций;

- необходимость проведения мероприятий по защите от проявлений стихийных природных, техногенных катаклизмов.

7. Эстетические факторы:

- необходимость улучшения интерьера и внешнего облика промышленных зданий в соответствии с современными требованиями (в том числе для приведения их в соответствие с окружающей застройкой, местными культурными и национальными традициями и особенностями);

- необходимость яркого, впечатляющего внешнего облика (имиджа) с целью привлечения потенциальных партнеров и клиентов.

8. Технологические факторы, связанные с развитием технологии производства, её автоматизацией, роботизацией и т.д.

Ещё одним важным составляющим реновации промышленных территорий является использование услуг, предоставляемых командами профессионалов - девелоперов. Сюда входит их всесторонняя деятельность, связанная с изучением экономико-правовых аспектов, предпроектным анализом, проектированием, организацией строительно-монтажных работ, реализацией и продвижением результатов работ на рынке недвижимости.

Особое внимание нужно уделить предпроектной стадии, от которой зависит дальнейший успех проекта. В нее входят:

1. Системный анализ рынка недвижимости:

- общие тенденции рынка недвижимости;
- состояние сегментов рынка недвижимости;
- прогноз развития рынка недвижимости.

2. Полная и всесторонняя оценка промышленного предприятия по различным направлениям:

- функциональная принадлежность промышленного предприятия (производственная, коммунально-складская, деградированные территории, автобазы и т.д.);
- привлекательность территории (экономическая, градостроительная, ландшафтная);
- степень отрицательного воздействия на окружающую среду;
- анализ культурной, исторической, архитектурной ценности территории и зданий (памятники, рядовая застройка, уникальная современная архитектура);
- форма собственности;
- рентабельность предприятия;
- капиталность и физическое состояние зданий.

3. Формирование стратегии, концепции и команды проекта:

- концепция включает: новое назначение



промышленного объекта, функциональное использование, архитектурные требования, потребительские требования, инженерные, инвестиционные аспекты, юридические параметры;

- формирование профессиональной команды исполнителей предполагает: проведение тендера среди различных специалистов, проектировщиков, консультантов, подрядчиков; разработку тендерной документации.

4. Инвестиционный анализ:

- разработка различных сценариев бюджета проекта, включая оценку и прогноз;
- разработка бизнес-плана.

Анализ мирового опыта реновации промышленных территорий показывает, что архитектурно-градостроительные преобразования ведутся на различных уровнях (градостроительном, архитектурно-планировочном, конструктивно-технологическом) и подразделяются в зависимости от того, сохраняется промышленная функция предприятия, частично сохраняется или не сохраняется.

Градостроительный уровень преобразований в случае сохранения промышленной функции территории или частичной переориентации заключается в следующем:

- улучшение инфраструктуры территории;
- создание благоприятной для промышленной территории и городского окружения транспортной системы, создание центров логистики;
- создание многофункционального общественного пространства на территориях промышленных зон для включения их в жизнь города;
- архитектурно-градостроительные и ландшафтные мероприятия по улучшению качества и оздоровлению промышленных и окружающих их территорий;
- использование экологических мер при реконструкции промышленных территорий города;
- мероприятия, направленные на усиление защитно-оборонительных мер на предприятиях.

Градостроительный уровень преобразований в случае функциональной переориентации промышленной территории (в зависимости от градостроительной ситуации, экономической целесообразности, социальных городских потребностей и других факторов на бывшей промышленной территории) зависит от назначения будущих объектов, которыми могут быть: офисные центры; новые жилые массивы; технопарки, бизнес-инкубаторы; новые транспортные и пешеходные пути; торговые центры; спортивные объекты; зоны отдыха, ландшафтные объекты; культурно-развлекательные и образовательные

учреждения; креативная среда с использованием промышленной эстетики в качестве своеобразного фона (например, для проведения общественных акций и культурно-развлекательных, массовых мероприятий на открытом воздухе, для кинофотосъёмки).

Преобразования на уровне архитектурно-планировочных решений включают в себя:

- архитектурно-планировочные преобразования, связанные с модернизацией технологических процессов: снижение количества производственных площадей; возведение сооружений для очистки, переработки, утилизации отходов производства; создание энергосберегающих, ресурсосберегающих сооружений; архитектурно-планировочные преобразования, связанные с частичной функциональной переориентацией предприятия: перепрофилирование части производственных территорий под торговые, выставочные, музейные, офисные, жилые, научно-исследовательские помещения и др.; создание индустриальных и технопарков; архитектурно-планировочные преобразования, связанные с улучшением социальных аспектов; модернизацию внешнего облика промышленных предприятий; архитектурно-планировочные преобразования, связанные с экологическими принципами формирования пространства; архитектурно-планировочные преобразования, связанные с ландшафтными работами; поиски новых концепций формирования архитектурного пространства, позволяющих эффективно использовать непригодные для жизнедеятельности территории.

Преобразования на конструктивно-технологическом уровне основаны на новом осмыслении потребления природных ресурсов, использовании новых материалов и конструкций, экономически целесообразных технологий при возведении, реконструкции и эксплуатации зданий.

Литература

1. Варламов А.А., Нагаев Р.Т. Управление земельными ресурсами в городах на основе земельно-кадастровых систем. – Казань, 2001.
2. Дмитриев С. Тезисы доклада на семинаре-брифинге «Вывод промышленных предприятий из центра города». – М.: Институт проблем предпринимательства, 2002.
3. Малоян Г.А. Основы градостроительства. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2004.



УДК 712.25

Ю.А. Смагина, Р.С. Закиров

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ СРЕДЫ ДЛЯ СВОБОДНОГО ВРЕМЯПРЕПРОВОЖДЕНИЯ

Понятия “свободное времяпрепровождение” и “среда для свободного времяпрепровождения”, по содержанию, более ёмкие, чем просто “отдых” и “среда для отдыха”. Пространство для свободного времяпрепровождения окружает нас всегда и повсеместно: во время учебы или работы, активного общения или уединенного отдыха и даже в процессе передвижения из точки А в точку Б, если передвижение рассматривать как свободное времяпрепровождение. То есть свободное времяпрепровождение - это неотъемлемая часть нашей жизни, которая должна протекать в среде сформированной и организованной по законам красоты (в широком смысле слова), в среде, которая соответствовала бы запросам как общества, так и отдельного человека. Нами выявлены некоторые аспекты, требующие рассмотрения при организации среды для свободного времяпрепровождения (ССВ), а также связанные с ними задачи, принципы и приёмы формирования этой среды:

1. Пространственно-временные аспекты:

1. Организация удобного транспортного и пешеходного движения. Продуманная трассировка маршрута движения. Увеличение информативности, комфортности, созерцательности окружающего пространства, преодолеваемого в процессе движения. Использование различных средств, компенсирующих потерю времени на преодоление пространства. Разнообразие средств передвижения.

2. Использование проявлений изменения окружающей среды по мере циклической смены естественных состояний времени (день/ночь, свет/тьма, времена года).

3. Использование постепенной смены видовых кадров, перемен в окружающем пространстве, колебаний функционального использования, циклов активности и покоя (будни – выходные – праздники).

4. Вовлечение в среду для свободного времяпрепровождения неиспользуемого пространства.

5. Демонстрация (усиление эмоционального воздействия, восприятие) изменений в пространстве - использование подвижных элементов (свет, звук, вода, дым, жесты людей, машины); во времени - использование средств временной организации (развитие, замедление, кульминация, контраст, темп, ритм, переходы). Организация различных сценариев восприятия во времени разных типов пространств (театрализация городской среды).

2. Кинетический, динамический аспекты:

1. Разработка сценариев движения в среде (проектирование видовых кадров, открывающихся в процессе движения).

2. Проектирование движения относительно различных пространств. Обеспечение возможности выбора более привлекательного (с точки зрения созерцания окружающей среды) маршрута движения.

3. Использование движения самого организованного пространства, перемещение среды с помощью различных технических средств.

3. Информационные аспекты:

1. Обеспечение общедоступности информации для различных групп населения (для детей и взрослых; инвалидов по слуху или по зрению; для местных жителей и туристов), создание и размещение информационных центров с визуальной, тактильной, слышимой информацией с соответствием между формой и сообщением для пешеходов и автомобилей.

2. Продуманная система размещения информации различной плотности и характера, ориентирующей в пространстве, в событиях (городские события, расписание общественной деятельности), во времени (сезон, время года, дня), выделение потока информации, обеспечивающей безопасность в экстремальных условиях.

3. Использование информационных средств, обеспечивающих визуальный и слышимый охват среды (экраны, информационные щиты, колокола, бой городских часов, призыв на молитву), которые позволяют почувствовать жизнь города.

4. Физико-технические аспекты:

1. Создание технологически комфортного пространства (обеспечение удобного пешеходного движения - ровность и чистота тротуаров, мощение, разработка функциональной и декоративной системы освещения, разработка различных типов сидений, укрытий, объектов питания и питьевой воды, уместных в данной среде, расстановка общественных туалетов).

2. Выявление ощущения безопасности среды (чистота, экологичность материалов, защитные устройства, применение экспериментальных материалов).

3. Создание в пространстве благоприятного для человека микроклимата (проектирование укрытий, ветровых устройств, световых скульптур и пр.).

5. Архитектурно-художественные аспекты:



1. Создание благоприятной визуальной среды, связанной с природными явлениями, деятельностью человека, с использованием структуры, пластики пространства, декоративных средств, малых архитектурных форм.

2. Проектирование городской среды, обладающей характеристиками интерьерных пространств (детальность проработки, уютная атмосфера), которые могут носить фоновый характер (рядовые, простейшие фрагменты городской среды) и акцентный характер (пространства, подчиненные главному элементу).

3. Сохранение, создание красивых панорамных видов (разные уровни, многоплановые городские пространства) и свободный доступ к точкам, с которых они открываются.

6. Смысловые аспекты:

1. Проектирование поведенческих пространств, которые вырабатывают социально-психологическую установку человека в городской среде и формируют определенный сценарий поведения человека, адекватный данному пространству. Поведенческие пространства являются накопителями общегородских функций и индивидуальных эмоций.

2. Создание ориентирующих пространств, которые обеспечивают восприятие и ощущение человеком знакомого пространства улиц, осознание своего нахождения в зоне определенного “узнаваемого места” в городе.

3. Проектирование предваряющих и промежуточных пространств. Ощущение от воздействия предваряющего пространства сохраняется некоторое время после перехода в главное пространство, обостряя восприятие (любой входной узел является предваряющим пространством).

7. Социально-демографические аспекты:

1. Учет возрастных и физических различий жителей города при проектировании среды. Создание для людей с разными физическими данными (детей, инвалидов, пожилых) возможностей полноценного пользования

городской средой. Обеспечение безопасности людей на данной территории.

2. Учет особенностей разных групп населения, их потребностей при организации городской среды для свободного времяпрепровождения. Создание различных пространств, которые обеспечивали бы разнообразие свободного времяпрепровождения в них.

3. Организация мест для свободного времяпрепровождения, с которых можно было бы наблюдать за жизнью других людей, обозревать окружение, происходящие в нем события.

8. Объемно-пространственные аспекты:

1. Расчленение пространства: четкое выделение коммуникационных “коридоров” и вертикальных стволов. “Русла” и “шахты”, образующие в совокупности “каркас”, регулируют ориентацию человека в средовом пространстве.

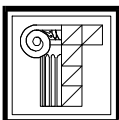
2. Построение композиции среды как монолитной структуры или на противопоставлении главных и второстепенных компонентов.

3. Разделение объектов среды на уникальные и рядовые по положению и роли в структуре города.

Разработка данных аспектов позволит выявить принципы и приемы организации среды для свободного времяпрепровождения и даст инструмент для творческого процесса проектирования.

Литература

1. Гидион З. Пространство, время, архитектура. – М.: Стройиздат, 1984.
2. Шимко В.Т. Комплексное формирование архитектурной среды. Книга 1, 2. “Основы теории”. – М.: Изд-во СПб-принт, 2000.
3. Хасиева С.А. Архитектура городской среды: Учеб. для вузов. – М.: Стройиздат, 2001.
4. Линч К. Образ города. – М.: Стройиздат, 1982.
5. Философский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1983.



ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИИ С УЧЕТОМ КОРРОЗИОННОГО ИЗНОСА

В работе проводится анализ и сравнение известных теоретических моделей расчета надежности конструкции с учетом времени ее эксплуатации (таблица 1) и предлагается новая методика, основанная на статистическом моделировании (таблица 2). Для описания коррозионного износа в условиях длительной эксплуатации используются функции, предложенные в работах [4], [5], [6] (таблица 3). Анализ выполняется на конкретном примере конструктивного элемента, геометрические размеры, параметры,

характеризующие агрессивность эксплуатационной среды, силовые воздействия и прочностные характеристики материала которого приведены в таблицах 4-6.

В качестве примера конструктивного элемента принята стальная коробчатая балка. Геометрические размеры балки получены в ходе натурных обследований. При этом выполнено по 10 измерений фактических толщин горизонтальных поясов и вертикальных стенок балки с учетом предельных

Таблица 1

Источник получения информации	Формула расчета вероятности отказа с учетом времени эксплуатации
В.В.Болотин [1]	$Q(t) = \sum_{k=1}^n \int_0^t \frac{\Delta_{\sigma}(t)}{\sqrt{\Delta_{\sigma}^2(t) + \Delta_R^2(t)}} \cdot \exp \left\{ -\frac{[\mu_R(t) - \mu_{\sigma}(t)]^2}{2 \cdot [\Delta_{\sigma}^2(t) + \Delta_R^2(t)]} \right\} \cdot \frac{\omega_{\sigma}}{2\pi} dt,$ $\sigma(t)$ - напряжения, действующие на k-тый расчетный элемент конструкции; $R(t)$ - удельная прочность; $\mu_{\sigma}(t)$ и $D[\sigma(t)] \equiv \Delta_{\sigma}^2(t)$ - математическое ожидание и дисперсия напряжения; $\mu_R(t)$ и $D[R(t)] \equiv \Delta_R^2(t)$ - математическое ожидание и дисперсия удельной прочности; ω_{σ} - коэффициент вариации нагрузки.
А.Р.Ржаницын [2]	$Q(t) = \exp \left\{ \frac{t}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{B_R^2(t) \cdot \xi^2(t) + B_{\sigma}^2(t)}{A_R^2(t) \cdot \xi^2(t) + A_{\sigma}^2(t)}} \cdot \exp \frac{-(\xi(t)-1)^2}{2 \cdot (A_R^2(t) \cdot \xi^2(t) + A_{\sigma}^2(t))} \right\},$ $A_R^2(t) = \frac{D[R(t)]}{\mu_R^2(t)}$, $B_R^2(t) = \frac{-D'[R(t)]}{\mu_R^2(t)}$, $A_{\sigma}^2(t) = \frac{D[\sigma(t)]}{\mu_{\sigma}^2(t)}$, $B_{\sigma}^2(t) = \frac{-D'[\sigma(t)]}{\mu_{\sigma}^2(t)}$ - параметры, характеризующие изменчивость процессов $R(t)$ и $\sigma(t)$ во времени; $\xi(t) = \frac{\mu_R(t)}{\mu_{\sigma}(t)}$ - коэффициент запаса.
А.А.Червоный, В.И.Лукьященко, Л.В.Котин [3]	$Q(t) = 1 - \exp \left\{ -\frac{t}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\Delta_{\nu}}{\Delta_{\sigma}(t)} \cdot e^{-\frac{\mu_{\sigma}(t)^2}{2 \cdot \Delta_{\sigma}(t)^2}} \right\},$ $u(t) = R(t) - \sigma(t)$; $R(t)$ - удельная прочность элемента конструкции; $\sigma(t)$ - напряжения; $\mu_{\sigma}(t)$ и $\Delta_{\sigma}(t)$ - математическое ожидание и стандарт $u(t)$; $\nu(t) = \frac{u(t+dt) - u(t)}{dt}$ - скорость изменения вероятностных характеристик во времени; Δ_{ν} - стандарт случайного процесса $\nu(t)$.



Таблица 2

Основные ступени расчета	Статистические и расчетные параметры
I. Определение расчетного числа нагружений элемента конструкции N за расчетное время эксплуатации τ	$N(\tau)$
II. Расчет определяющих параметров функций для описания коррозионного износа элементов конструкции по данным натурных обследований	$\delta x_m(t)$
III. Определение статистических параметров случайных процессов, характеризующих действующую нагрузку $\sigma(t)$ и прочность $R(t)$	$\sigma_j(t) \sim \sigma[\delta x_m(t); \mu_\sigma(t), \Delta_\sigma(t)],$ $R_j(t) \sim R[\mu_R(t); \Delta_R(t)],$ $\mu_\sigma(t), \Delta_\sigma(t)$ - функции изменения во времени математического ожидания и стандарта нагрузки, $\mu_R(t), \Delta_R(t)$ - функции изменения во времени математического ожидания и стандарта прочности.
IV. Получение по известным параметрам статистического распределения напряжения с помощью генератора случайных чисел случайных реализаций значения нагрузки	σ_j $(\sigma_1, \dots, \sigma_j, \dots, \sigma_N)$
V. Получение по известным параметрам статистического распределения прочности с помощью генератора случайных чисел случайных реализаций значения прочности	R_j $(R_1, \dots, R_j, \dots, R_N)$
VI. Попарное сравнение значений случайных реализаций нагрузки и прочности из общего числа испытаний	σ_1 и R_1 σ_j и R_j σ_N и R_N
VII. Определение количества случаев превышения нагрузкой прочности из общего числа испытаний (число отказов)	$n_j = \sigma_j > R_j$
VIII. Оценка надежности (вероятности отказа) конструктивного элемента за расчетное время эксплуатации по отношению числа отказов к общему числу реализаций	$\tilde{Q}_j(\tau) = \frac{n_j}{N(\tau)},$ $[n_{j+1} \geq n_j, \tilde{Q}_{j+1}(\tau) \geq \tilde{Q}_j(\tau)]$



Таблица 3

Источник получения информации	Функции для описания кинетики коррозионного износа
А.И. Кикин, А.А. Васильев, Б.Н. Кошутин [4]	$\delta x_m(t) = \begin{cases} \delta x_0 & (0 \leq t \leq t_s), \\ \delta x_0 - \alpha_c \cdot t^n & (t > t_s). \end{cases}$ где α_c – эмпирический коэффициент, зависящий от марки стали и агрессивности эксплуатационной среды; n – эмпирический коэффициент, зависящий от характера коррозии (для малоуглеродистых сталей $n = 3$).
Е.В. Горохов, Я. Брудка, М. Лубиньски [5]	$\delta x_m(t) = \begin{cases} \delta x_0 & (0 \leq t \leq t_s), \\ \delta x_0 - [\alpha_k \cdot (1 - e^{-b_k t})] & (t > t_s). \end{cases}$ где $\delta x_m(t)$ – толщина стального листа в момент времени t; δx_0 – начальная толщина стального листа; α_k – структурный показатель коррозионного износа стальных конструкций; b_k – коэффициент кинетики коррозионного разрушения (для стальных конструкций $b_k = 0,4$); t_s – срок службы защитных покрытий.
А.З. Манапов, И.И. Маннанов [6]	$\delta x_m(t) = \begin{cases} \delta x_0 & (0 \leq t \leq t_s), \\ \delta x_0 - v_{st} \cdot t & (t_s \leq t \leq t_{st}), \\ \delta x_0 - v_r \cdot t & (t > t_{st}). \end{cases}$ t_{st} – время стабилизации коррозионных потерь, ($t_{st} \rightarrow h_k = 135 + 150$ мкм); h_k – критическая толщина продуктов коррозии под слоем лакокрасочного покрытия; $v_{st} = \frac{d\delta x_m}{dt}$ – условная скорость коррозии за время стабилизации коррозионных потерь, зависящая от агрессивности эксплуатационной среды ($0,01 \frac{мм}{год}$ – для неагрессивной; $0,05 \frac{мм}{год}$ – для слабоагрессивной; $0,50 \frac{мм}{год}$ – для среднеагрессивной); v_r – средняя условно-равномерная скорость коррозии за время эксплуатации конструкции после стабилизации коррозионных потерь.



Таблица 4

Пролет	22,5 м
Начальные (проектные) геометрические размеры стальной коробчатой балки	
Геометрические размеры стальной коробчатой балки по результатам обмеров после 38 лет эксплуатации в слабоагрессивной среде	

отклонений по толщине стали при прокатке [7], доверительная вероятность принята равной 0,95.

На рис.1 показаны графики изменения во времени значений математического ожидания нормальных напряжений от изгиба $m_s(t)$ стальной коробчатой балки, полученных для функций коррозионного износа таблицы 3.

Параметры статистического распределения удельной прочности (в данном случае предела текучести стали коробчатой балки) получены по данным исследований механических свойств строительных сталей [8]. Изменение во времени статистических параметров предела текучести стали оценивалось, исходя из результатов экспериментальных исследований образцов из малоуглеродистых сталей, показывающих, что предел текучести стали даже при значительном коррозионном поражении не снижается более чем на 5% [9].

С использованием динамических моделей (таблицы 1 и 2), функций коррозионного износа (таблица 3) выполнены расчеты вероятности отказов конструктивного элемента - стальной коробчатой балки. Для всех расчетов приняты одинаковые исходные статистические параметры (таблицы 4-6). При расчетах надежности стальной коробчатой балки методом статистического моделирования использовалась многофункциональная вычислительная система MathCAD. Полученные результаты сведены в таблицы 7 и 8 и показаны в виде графиков зависимости вероятности отказов и интенсивности отказов от продолжительности эксплуатации стальной коробчатой балки на рисунках 2-8.

Результаты выполненных расчетов вероятности отказа и интенсивности отказов стальной коробчатой

балки с использованием формул, представленных в таблицах 1, 2 и 3, позволяют сделать следующие выводы:

1. Функции коррозионного износа, предложенные А.И.Кириным, А.А.Васильевым, Б.Н.Кошутиным [4], Е.В.Гороховым, Я.Брудка, М.Лубиньски [5], А.З.Манановым, И.И.Маннановым [6], для продолжительности эксплуатации до 4000 дней дают практически одинаковые результаты по ожидаемому числу отказов, после 4000 дней эксплуатации разброс результатов для одинаковых исходных данных значительный. Например, при оценке надежности по динамической модели [1] с продолжительностью эксплуатации 10000 дней: для функции коррозионного износа [4] на 1 млн. объектов следует ожидать 65 отказов; для функции коррозионного износа [5] – 123 отказа; для функции коррозионного износа [6] – 114 отказов; без учета коррозионного износа – 16 отказов.

2. Учет коррозионного износа увеличивает ожидаемое число отказов для продолжительности эксплуатации до 4000 дней в среднем в 2 раза, а для продолжительности эксплуатации до 10000 дней в среднем в 8 раз.

3. Интенсивность отказов стальной коробчатой балки во времени возрастает для всех рассмотренных математических моделей коррозионного износа и для продолжительности эксплуатации до 4000 дней отличается незначительно. При увеличении продолжительности эксплуатации конструкции наибольшая интенсивность отказов получена для функции [6], наименьшая – для функции [4].

4. Оценка надежности методом статистического моделирования дает наименьший разброс результатов при большой продолжительности эксплуатации и наибольший разброс результатов при непродолжительной эксплуатации.



Таблица 5

Сведения о фактическом использовании конструкции	
Количество дней работы в году	300 дней
Расчетное время эксплуатации, τ	11400 дней
Число нагружений за 1 сутки	100 циклов
Параметры, характеризующие агрессивность эксплуатационной среды	
Эксплуатационная среда	Слабоагрессивная
Характеристика защитного покрытия	Грунт ГФ-0119 Лакокрасочное покрытие ПФ-115
Ориентировочный срок службы защитного покрытия, t_s	3 года
Статистические параметры, характеризующие силовые воздействия	
Максимальный изгибающий момент в расчетном сечении	107250 кгс·м
Коэффициент вариации нагрузки, ω_σ	0,042
Математическое ожидание нормальных напряжений для начальных сечений балки, $\mu_\sigma(0)$	154,649 МПа
Стандарт нормальных напряжений для начальных сечений балки, $\Delta_\sigma(0)$	6,495 МПа

Таблица 6

Материал конструкции	Сталь марки ВСт3сп
Математическое ожидание, $\mu_R(0)$	274,7 МПа
Стандарт, $\Delta_R(0)$	24,5 МПа
Законы изменения во времени статистических параметров предела текучести стали	
Законы изменения во времени математического ожидания $\mu_R(t)$ и стандарта $\Delta_R(t)$	$\mu_R(t) = \mu_R(0) - \alpha_R \cdot t$ МПа
	$\Delta_R(t) = \Delta_R(0) + \alpha_{\Delta R} \cdot t$ МПа
Эмпирические поправки, учитывающие динамику изменения во времени предела текучести стали	$\alpha_R = 0,43 \cdot 10^{-5}$
	$\alpha_{\Delta R} = 0,04 \cdot 10^{-5}$



Таблица 7

Ожидаемое число отказов стальной коробчатой балки на 1 млн. конструкций за время эксплуатации t_i

Функция коррозионного износа	Ожидаемое число отказов за время t_i , $Q(t_i)$											
	t_i											
	1000 дней	2000 дней	3000 дней	4000 дней	5000 дней	6000 дней	7000 дней	8000 дней	9000 дней	10000 дней	11000 дней	12000 дней
Математическая модель В.В.Болотина [1]												
[4]	0	1	2	4	6	11	18	28	44	65	95	136
[5]	0	1	2	4	9	17	30	50	80	123	182	262
[6]	0	1	2	4	8	14	24	41	69	114	184	294
Без учета коррозии	0	1	1	2	3	4	6	8	12	16	21	28
Математическая модель А.Р.Ржаницына [2]												
[4]	20	42	77	131	210	325	488	716	1026	1442	1994	2714
[5]	20	47	99	191	341	571	905	1370	1994	2804	3832	5110
[6]	20	48	86	152	262	445	742	1216	1958	3099	4821	7376
Без учета коррозии	19	26	37	50	69	93	125	166	220	290	379	491
Математическая модель А.А.Червоный, В.И.Лукиященко, Л.В.Котина [3]												
[4]	0	0	0	1	1	2	3	6	9	14	22	32
[5]	0	0	0	1	2	3	6	11	18	28	42	60
[6]	0	0	0	1	1	3	5	10	18	31	52	87
Без учета коррозии	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
Метод статистического моделирования												
[4]	0	5	10	15	22	25	44	53	76	102	137	148
[5]	0	0	3	18	28	42	76	93	101	129	171	178
[6]	0	0	7	20	30	38	57	75	92	134	179	188
Без учета коррозии	0	0	7	7	10	13	16	18	24	27	34	35



Таблица 8

Ожидаемое число отказов стальной коробчатой балки на 10^9 конструкций на промежутке времени в 1 сутки при времени эксплуатации t_i

Функция коррозионного износа	Ожидаемое число отказов на промежутке времени t_i , $v(t_i)$											
	t_i											
	1000 дней	2000 дней	3000 дней	4000 дней	5000 дней	6000 дней	7000 дней	8000 дней	9000 дней	10000 дней	11000 дней	12000 дней
Математическая модель В.В. Болотина [1]												
[4]	0	1	1	2	4	6	9	12	18	25	35	47
[5]	0	1	2	3	6	10	16	25	36	50	69	92
[6]	0	1	2	3	5	8	13	22	35	56	87	134
Без учета коррозии	0	0	1	1	1	2	2	3	4	5	6	8
Математическая модель А.Р. Ржаницына [2]												
[4]	18	28	43	65	95	137	192	265	359	479	630	816
[5]	18	37	69	117	186	278	395	540	712	914	1147	1412
[6]	19	29	50	84	141	231	373	590	916	1396	2089	3070
Без учета коррозии	6	9	12	16	21	28	36	47	61	78	100	126
Математическая модель А.А. Червоный, В.И. Лукьященко, Л.В. Котина [3]												
[4]	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6	9	12
[5]	0	0	0	0	1	2	4	6	8	12	16	21
[6]	0	0	0	0	1	2	3	6	10	17	27	43
Без учета коррозии	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
Метод статистического моделирования												
[4]	1	3	5	8	10	13	16	19	22	25	28	31
[5]	2	4	7	10	13	16	20	23	27	31	35	39
[6]	2	4	7	10	14	17	21	25	29	33	37	42
Без учета коррозии	0	1	2	2	3	3	4	5	5	6	6	7

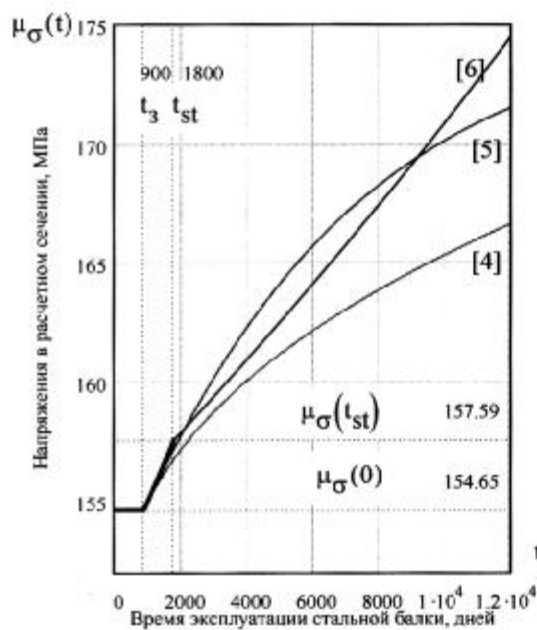


Рис.1. Динамика изменения во времени математического ожидания нормальных напряжений от изгиба стальной коробчатой балки, полученного для различных функций коррозионного износа (таблица 3)

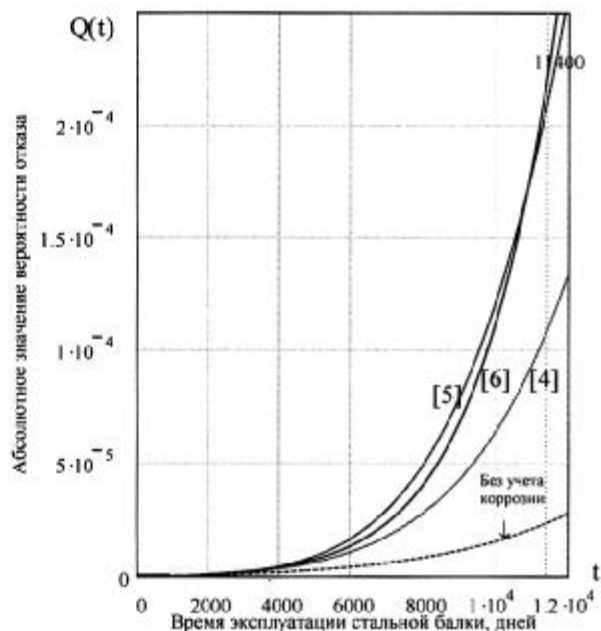


Рис.2. Изменение абсолютных значений вероятности отказа стальной коробчатой балки за время эксплуатации по динамической модели В.В.Болотина [1], полученных для различных функций коррозионного износа (таблица 3)

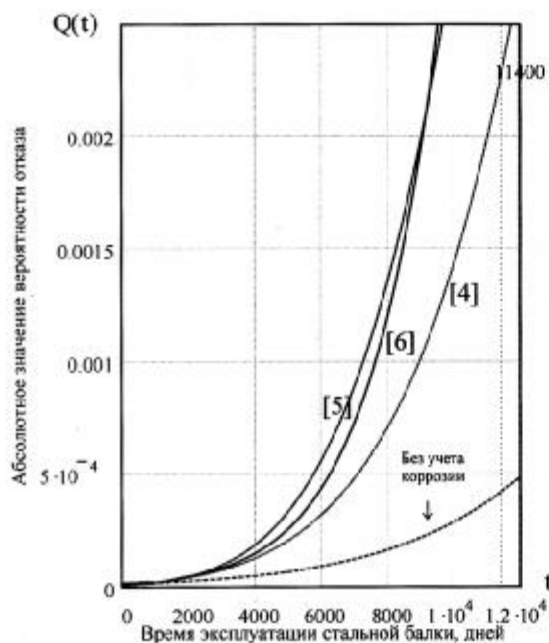


Рис.3. Изменение абсолютных значений вероятности отказа стальной коробчатой балки за время эксплуатации по динамической модели А.Р.Ржаницына [2], полученных для различных функций коррозионного износа (таблица 3)

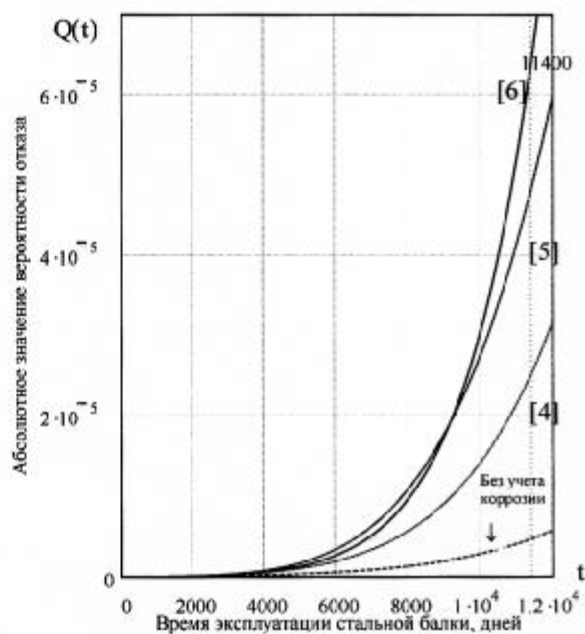


Рис.4. Изменение абсолютных значений вероятности отказа стальной коробчатой балки за время эксплуатации по динамической модели А.А.Червоный, В.И.Лукьященко, Л.В.Котина [3], полученных для различных функций коррозионного износа (таблица 3)

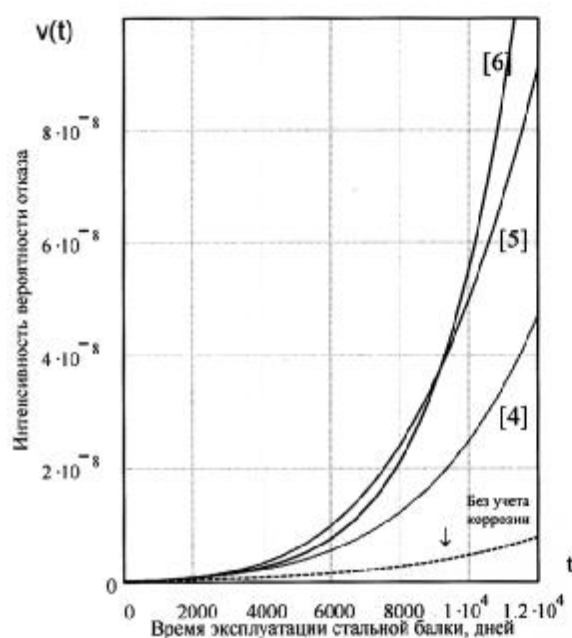


Рис.5. Интенсивность отказов стальной коробчатой балки по динамической модели В.В.Болотина [1], полученная для различных функций коррозионного износа (таблица 3)

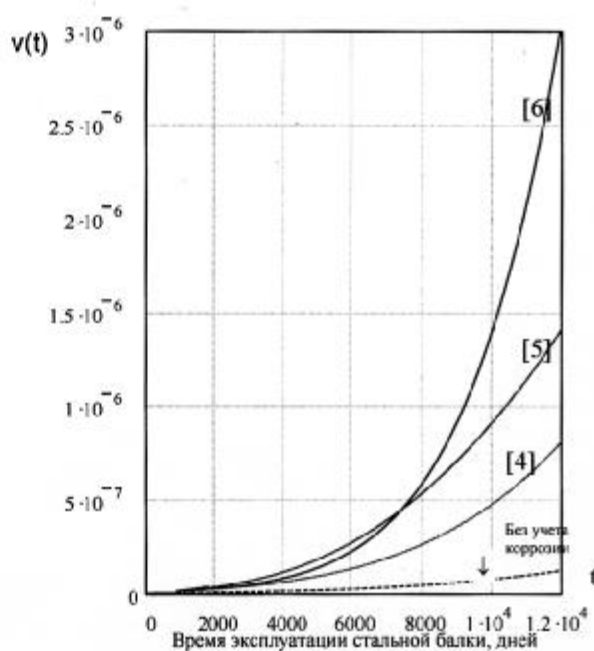


Рис.6. Интенсивность отказов стальной коробчатой балки по динамической модели А.Р.Ржаницына [2], полученная для различных функций коррозионного износа (таблица 3)

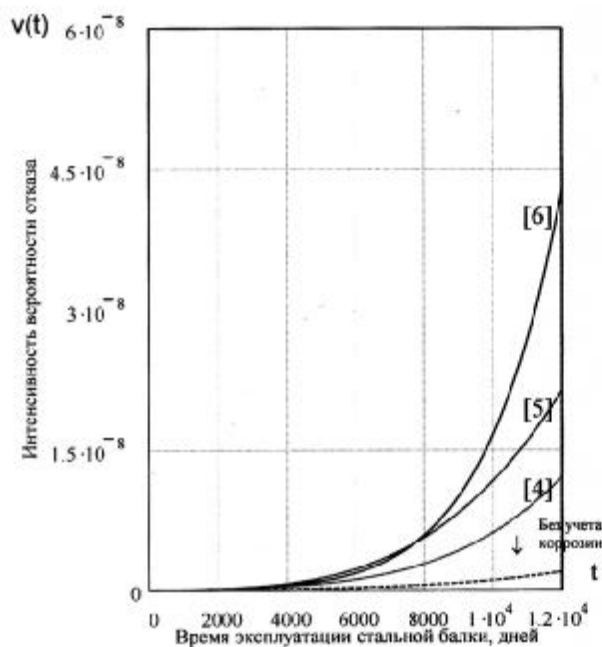


Рис.7. Интенсивность отказов стальной коробчатой балки по динамической модели А.А.Червоный, В.И.Лукьященко, Л.В.Котина [3], полученная для различных функций коррозионного износа (таблица 3)

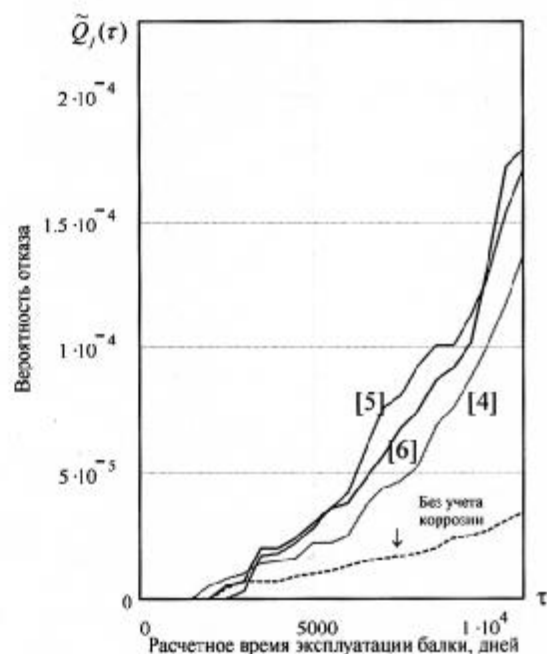


Рис.8. Дискретные ряды значений вероятности отказа стальной коробчатой балки за расчетное время эксплуатации, полученные методом статистического моделирования для различных функций коррозионного износа (таблица 3)



Литература

1. Болотин В.В. Методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1981. – 351 с.
2. Ржаницын А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность. – М.: Стройиздат, 1978. – 239 с.
3. Червоный А.А., Лукьященко В.И., Котин Л.В. Надежность сложных систем. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
4. Кикин А.И., Васильев А.А., Кошутин Б.Н. и др. Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий / Под ред. А.И.Кикина. – 2-е изд., перераб. и доп.. – М.: Стройиздат, 1984. – С. 204-217.
5. Горохов Е.В., Брудка Я., Лубиньски М. и др. Долговечность стальных конструкций в условиях реконструкции. – М.: Стройиздат, 1994. – 224-237 с.
6. Манапов А.З., Маннанов И.И. Долговечность элементов стальных конструкций, подверженных коррозии. Оптимизация, расчет и испытание металлических конструкций: Межвуз.сб. – Казань: КХТИ, 1984. – С. 64-67.
7. ГОСТ 19903-74. Сталь листовая горячекатанная. Сортамент.
8. Ароне Р.Г., Урицкий М.Р. Вероятностная оценка обеспеченности нормативных сопротивлений в строительных сталях / В кн.: Проблемы надежности в строительной механике // Материалы ко второй Всесоюзной конференции по проблемам надежности в строительной механике / Под ред. Болотина В.В. и Чираса А.А. – Вильнюс, 1968. – С. 31-64.
9. Вольберг Ю.Л., Коряков А.С. Влияние агрессивных сред на несущую способность строительных металлических конструкций. / В кн.: Долговечность строительных конструкций на Севере. – Якутск, 1981.

УДК 620.1:624.01

А.З. Манапов, И.Ю. Майстренко, Ю.В. Саввин

ЭФФЕКТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ СПЛОШНОСТИ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ И ИХ СОПРЯЖЕНИЙ

При проверке состояния металлических конструкций особое внимание обращается на наличие трещин в основном металле, сварных швах и околошовной зоне. При обнаружении признака наличия трещин в металлической конструкции или сварном шве подозрительные места рекомендуется подвергать проверке одним из видов неразрушающего контроля [1].

В условиях производственной среды дефектные участки металлических конструкций могут иметь сильные загрязнения поверхностей и быть скрыты под лакокрасочными и другими защитными покрытиями. Очистка конструкции от лакокрасочного покрытия и загрязнений, как это требуется при дефектоскопии, капиллярными, магнитопорошковыми или ультразвуковыми методами не всегда возможна. В связи с этим была поставлена задача разработки малогабаритного переносного прибора для выполнения контроля сплошности ферромагнитных деталей и, в частности, обнаружения трещин через лакокрасочное покрытие. Для решения поставленной задачи разработан и изготовлен опытный образец дефектоскопа ДОТ-1.

Конструктивно дефектоскоп представляет собой малогабаритный переносной прибор автономного питания, в состав которого входят: головка с вихретоковым преобразователем и электронный блок обработки информации.

Работа дефектоскопа основана на электромагнитном методе (методе вихревых токов), заключающемся в регистрации изменений

электромагнитного поля вихревых токов, наводимых возбуждающей катушкой в электропроводящем объекте контроля.

Постоянная составляющая напряжения с выхода автогенератора 1, в колебательные схемы которого включены катушки вихретокового преобразователя 4, поступает на ввод мостового балансного усилителя постоянного тока 2. С выхода усилителя напряжение поступает на индикатор 3 (рис.1).

Автогенератор представляет собой мультивибратор, в коллекторные цепи транзисторов которого включены катушки вихретокового преобразователя. В качестве индикатора используется стрелочный микроамперметр постоянного тока со шкалой 100 мА.

Вихретоковый преобразователь (рис.2) состоит из двух П-образных магнитопроводов 2, расположенных крестообразно. На каждом магнитопроводе расположены по две катушки 1, соединенные между собой последовательно.

Импульсный ток, действующий в катушке вихретокового преобразователя, создает электромагнитное поле, которое возбуждает вихревые токи в электропроводящем объекте 3. Электромагнитное поле вихревых токов воздействует на катушки преобразователя, изменяя их полное сопротивление. Регистрируя изменение полного сопротивления катушек, получают информацию о свойствах объекта контроля.

При нахождении трещины 4 под полюсами одного

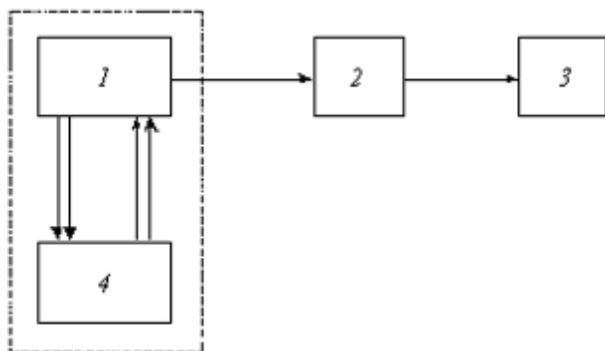


Рис. 1. Структурная схема дефектоскопа

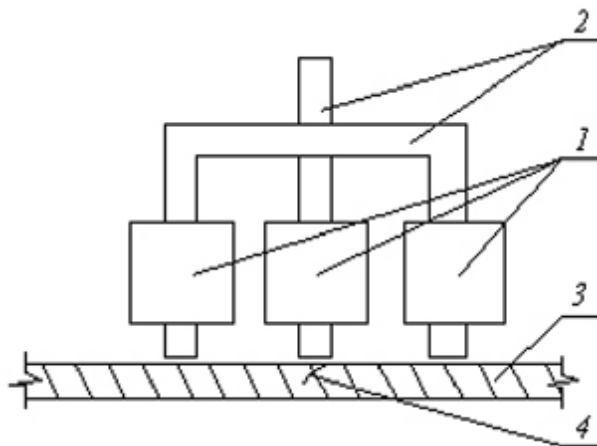


Рис. 2. Вихретоковый преобразователь



из магнитопроводов нарушается баланс величины полных сопротивлений катушек, а, следовательно, и баланс на выходе автогенератора.

Подготовка дефектоскопа к работе осуществляется следующим образом:

- подключить головку с вихретоковым преобразователем к дефектоскопу с помощью разъема;

- включить питание дефектоскопа;

- проверить величину напряжения питания нажатием на кнопку КП - напряжение должно быть равным 5V (на приборе $50 \div 55 \text{ мА}$). Регулировка номинального значения напряжения питания производится с помощью ручки "Уст. 5V";

- установить вихретоковый преобразователь на бездефектный участок образца и с помощью ручки "Уст.0" установить ноль на индикаторе.

Для выполнения электромагнитного контроля дефектного участка изделия перемещают головку вихретокового преобразователя, контролируя положение стрелки на индикаторе. При нахождении центра вихретокового преобразователя над трещиной (дефектом) стрелка индикатора отклоняется от нуля до 60 мА (в зависимости от вида, расположения и

геометрических размеров дефекта).

Эффективность обнаружения дефектов в ферромагнитных образцах с помощью ДОТ-1 проверена в лабораторных условиях. Определялись трещины в контрольных образцах без защитных покрытий, многослойными защитными покрытиями и сильнозагрязненными поверхностями. Порог чувствительности прибора по глубине дефекта - 0,5 мм. При скорости движения головки вихретокового преобразователя по поверхности до 1 м/мин эффект обнаружения дефектов в ферромагнитных образцах составил 95%.

Основное отличие и преимущество дефектоскопа ДОТ-1 перед существующими аналогами - возможность выполнения контроля сплошности стальных деталей в полевых условиях без нарушения целостности лакокрасочных и других защитных покрытий.

Литература

1. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник. / Под ред. В.В.Клюева. – М.: Машиностроение, 1986. – 326 с.



УДК 624.131.5

А.В. Пилягин, МарГТУ, г. Йошкар-Ола

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСАДОК ЛЕНТОЧНЫХ ФУНДАМЕНТОВ С УЧЁТОМ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ГРУНТА

В соответствии с рекомендациями норм СНиП 2.02.01-83 расчет по деформациям оснований фундаментов, рассматриваемых в виде линейно-деформируемого полупространства, производится по формуле:

$$s = \beta \cdot \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\sigma_{zpi} \cdot h_i}{E_i} \quad (1)$$

где β - безразмерный коэффициент, корректирующий упрощенную схему расчета, принимаемый равным $\beta = 0.8$,

σ_{zpi} - дополнительное напряжение в середине i -го слоя грунта,

h_i, E_i - соответственно, толщина и модуль общей

деформации i -го слоя грунта.

Как известно, при приложении к фундаменту вертикальной нагрузки в основании возникают и горизонтальные напряжения σ_x и σ_y .

Формула (1) предусматривает равенство горизонтальных напряжений $\sigma_x = \sigma_y$, что справедливо только для вертикали, проходящей через центр фундамента квадратной и круглой форм.

Параметр β в этом случае равен:

$$\beta = 1 - \frac{2 \cdot \mu^2}{1 - \mu} \quad (2)$$

где μ - коэффициент Пуассона грунта.

Таблица 1

Значения β и σ_z^* для гибких фундаментов						
$m = 2 \cdot z / b$	$\mu = 0$		$\mu = 0.2$		$\mu = 0.5$	
	β	$\sigma_z^* = \sigma_z \beta$	β	$\sigma_z^* = \sigma_z \beta$	β	$\sigma_z^* = \sigma_z \beta$
0	1.00	1.000	0.720	0.720	0.000	0.000
0.4	1.00	0.977	0.828	0.809	0.337	0.329
0.8	1.00	0.881	0.889	0.783	0.529	0.466
1.2	1.00	0.755	0.919	0.694	0.622	0.470
1.6	1.00	0.642	0.934	0.599	0.669	0.429
2.0	1.00	0.550	0.942	0.518	0.695	0.382
2.4	1.00	0.477	0.947	0.452	0.710	0.339
2.8	1.00	0.420	0.950	0.399	0.720	0.302
3.2	1.00	0.374	0.953	0.356	0.727	0.272
3.6	1.00	0.337	0.954	0.321	0.731	0.246
4.0	1.00	0.306	0.955	0.292	0.735	0.225
4.4	1.00	0.280	0.956	0.268	0.737	0.206
4.8	1.00	0.258	0.957	0.247	0.739	0.191
5.2	1.00	0.239	0.957	0.229	0.741	0.177
5.6	1.00	0.223	0.957	0.213	0.742	0.165
6.0	1.00	0.208	0.958	0.200	0.743	0.155
6.4	1.00	0.196	0.958	0.188	0.744	0.146
6.8	1.00	0.185	0.958	0.177	0.745	0.137
7.2	1.00	0.175	0.958	0.167	0.745	0.130
7.6	1.00	0.166	0.959	0.159	0.746	0.124
8.0	1.00	0.158	0.959	0.151	0.746	0.118
8.4	1.00	0.150	0.959	0.144	0.746	0.112
8.8	1.00	0.143	0.459	0.138	0.747	0.107
9.2	1.00	0.137	0.959	0.132	0.747	0.103
9.6	1.00	0.132	0.959	0.126	0.747	0.098
10.0	1.00	0.126	0.959	0.121	0.748	0.095
10.4	1.00	0.122	0.959	0.117	0.748	0.091
10.8	1.00	0.117	0.959	0.112	0.748	0.088
11.2	1.00	0.113	0.959	0.108	0.748	0.085
11.6	1.00	0.109	0.959	0.105	0.748	0.082
12.0	1.00	0.106	0.959	0.101	0.748	0.079



Таблица 2

Значения β и σ_z^* для жёстких фундаментов

$m = 2 \cdot z/b$	$\mu = 0$		$\mu = 0.2$		$\mu = 0.5$	
	β	$\sigma_z^* = \sigma_z \beta$	β	$\sigma_z^* = \sigma_z \beta$	β	$\sigma_z^* = \sigma_z \beta$
0	1.00	0.637	0.720	0.458	0.000	0.000
0.4	1.00	0.673	0.778	0.523	0.182	0.122
0.8	1.00	0.691	0.855	0.591	0.425	0.291
1.2	1.00	0.648	0.898	0.582	0.557	0.361
1.6	1.00	0.580	0.921	0.534	0.627	0.364
2.0	1.00	0.512	0.933	0.478	0.667	0.342
2.4	1.00	0.453	0.941	0.427	0.690	0.313
2.8	1.00	0.404	0.946	0.382	0.705	0.285
3.2	1.00	0.363	0.949	0.344	0.715	0.259
3.6	1.00	0.329	0.951	0.312	0.722	0.237
4.0	1.00	0.300	0.953	0.286	0.727	0.218
4.4	1.00	0.275	0.954	0.263	0.731	0.201
4.8	1.00	0.254	0.955	0.243	0.734	0.187
5.2	1.00	0.236	0.956	0.226	0.736	0.174
5.6	1.00	0.220	0.956	0.211	0.738	0.163
6.0	1.00	0.206	0.957	0.198	0.740	0.153
6.4	1.00	0.194	0.957	0.186	0.741	0.144
6.8	1.00	0.183	0.957	0.175	0.742	0.136
7.2	1.00	0.174	0.958	0.166	0.743	0.129
7.6	1.00	0.165	0.958	0.158	0.744	0.122
8.0	1.00	0.157	0.958	0.150	0.744	0.117
8.4	1.00	0.149	0.958	0.143	0.745	0.111
8.8	1.00	0.143	0.958	0.137	0.745	0.106
9.2	1.00	0.137	0.959	0.131	0.746	0.102
9.6	1.00	0.131	0.959	0.126	0.746	0.098
10.0	1.00	0.126	0.959	0.121	0.746	0.094
10.4	1.00	0.121	0.959	0.116	0.747	0.091
10.8	1.00	0.117	0.959	0.112	0.747	0.087
11.2	1.00	0.113	0.959	0.108	0.747	0.084
11.6	1.00	0.109	0.959	0.104	0.747	0.081
12.0	1.00	0.105	0.959	0.101	0.747	0.079

Учет горизонтальных перемещений грунта формулой (1) путем введения коэффициента $\beta = 0.8$ не отражает реальной картины, так как принят постоянным по глубине в пределах сжимаемой толщи и не зависимым от μ и жесткости фундаментов. А в случае ленточного фундамента горизонтальные перемещения будут отсутствовать в направлении длины фундамента

Вертикальные деформации с учетом всех компонент нормальных напряжений ($\sigma_z, \sigma_x, \sigma_y$) могут быть вычислены по обобщенному закону Гука:

$$\varepsilon_z = \frac{1}{E} \cdot [\sigma_z - \mu \cdot (\sigma_x + \sigma_y)] \quad (3)$$

Если отношение суммы горизонтальных напряжений $\sigma_x + \sigma_y$ к вертикальным σ_z обозначить через « k », то выражение (3) примет вид:

$$\varepsilon_z = \frac{\sigma_z}{E} \cdot (1 - k \cdot \mu) \quad (4)$$

Следовательно, в общем случае пространственного напряженного состояния параметр β будет равен:

$$\beta = 1 - k \cdot \mu \quad (5)$$

Параметры β и σ_z^* для различных значений μ и m приведены в таблице 1 (гибкий фундамент) и в таблице 2 (жесткий фундамент).

Для удобства расчета оснований ленточных фундаментов по деформациям в таблицах 1,2 приведены также значения эквивалентных вертикальных напряжений $\sigma_z^* = \sigma_z \cdot \beta$, учитывающих горизонтальные перемещения грунта.

Анализ данных таблиц 1,2 показывает, что при $\mu = 0$ (отсутствие боковых перемещений) параметр $\beta = 1$. При определении осадок методом суммирования (формула 1) принимается $\beta = 0.8$, то есть допускается 20% снижение осадки. Параметр β возрастает с увеличением $m = 2 \cdot z/b$ и уменьшается



с ростом μ как для гибких, так и для жёстких фундаментов.

Выполненный анализ указывает на целесообразность учёта изменения коэффициента β в расчётах оснований по деформациям.

Литература

1. Пилягин А.В., Рязанов А.В. Определение осадок фундаментов методом суммирования с учётом горизонтальных напряжений. Межвузовский сб.: Эффективность проектных решений фундаментов. – Йошкар-Ола, 1992.
2. Егоров К.Е. Распределение напряжений в основании жёсткого ленточного фундамента. // Вопросы расчёта оснований и фундаментов: Сб. трудов лаборатории оснований и фундаментов, №9. – М., 1938.

Илизар Т. Мирсаяпов, В.Р. Мустакимов

В настоящее время напряженно-деформированное состояние грунтовых массивов, армированных вертикальными элементами в просадочных породах при природной влажности ($W < W_{sl}$) и после замачивания ($W > W_{sl}$), изучено недостаточно. Отсутствует единая методика расчета.

Анализ экспериментальных и теоретических исследований [1, 2, 3] и исследований авторов [4, 5, 6] позволяет сформулировать применительно к оценке несущей способности и деформативности просадочного грунта, армированного вертикальными элементами, следующие предпосылки: напряженно-деформированное состояние основания из просадочных грунтов, армированное вертикальными элементами, принципиально отличается от естественного основания и свайного основания; принимается гипотеза неразрывности просадочных деформаций; в условиях напряженного состояния при $W < W_{sl}$ просадочные грунты рассматриваются как упругая среда с закономерностями, описываемыми уравнениями линейного деформирования; принимается, что просадка S_{sl} грунта зависит от влажности W грунта, а степень влажности S_r - от продолжительности t увлажнения; напряженно-деформированное состояние увлажненных лессовых грунтов описывается закономерностями теории линейной наследственной ползучести; процесс просадки представляется как одномерное течение элементов структуры грунта в пределах некоторой ограниченной области увлажнения; степень дисперсности минеральных

частиц структуры грунта, приводящая к образованию пластических деформаций, зависит только от количества влаги и не зависит от изменения направления ее движения в грунте; массив просадочного грунта после его увлажнения выше $W_{\text{ср}}$ рассматривается как сжимаемое упруговязкопластичное тело с квазиоднородной и квазиизотропной непрерывной структурой.

С учетом предпосылок приведенную прочность $R_{zp.red}$ и приведенный модуль деформации $E_{zp.red}$ армированного массива рассматриваем как функции:

$$R_{zn.red} = f_1(R_{zn}, R_{a3}, A_{zn}, A_{a3}, W, t, j, c, V_{zn}, V_{a3}, P_{sl}), \quad (1)$$

$$E_{2n,red} = f_2(E_{2n}, E_{a3}, A_{2n}, A_{a3}, W, t, j, c, V_{2n}, V_{a3}, P_{sl}) \quad (2)$$

Для изучения НДС, оценки несущей способности и деформативности армированного грунта принята модель массива, загруженная фундаментом (рис. 1).

Расчет армированного грунтового массива выполняется из условия равновесия внешних сил N и внутренних напряжений $S_{в.о.}$, $S_{в.з.о.}$ при ($W < W_{sl}$):

$$N = q_{zp} A_{zp,0}, \quad (3)$$

$$S_{sp,0}A=N \quad (4)$$

Начальные напряжения в грунтовой части $S_{гр.о}$ и в армоэлементах $S_{аэ.о}$ массива определяем в соответствии с расчетной схемой (рис. 2):

$$S_{sp.o} = \frac{N}{A}, \quad (5)$$

$$S_{a3,0} = a \cdot S_{zp,0} = a \frac{q_{zp} A_{zp,0}}{A} \quad (6)$$

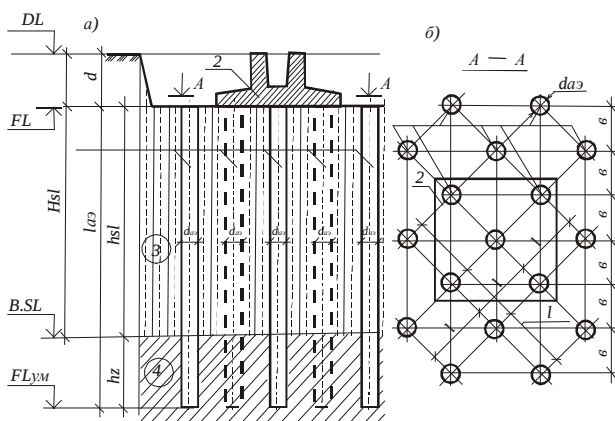


Рис. 1. Схема армирования просадочного грунта основания: а - разрез; б - план

1 - армозлементы, 2 - фундамент, 3 - просадочный грунт,
4 - непросадочный грунт

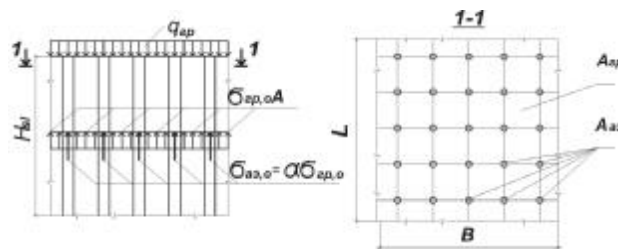


Рис. 2. Расчетная схема армированного просадочного грунта, при $W < W_{cl}$



Суммарные напряжения в грунте с учетом веса грунта не должны превышать величины эквивалентного расчетного сопротивления $R_{cp}^{экс}$ грунта

$$s_{cp.o} + s_{zg} \leq R_{cp}^{экс} \quad (7)$$

В свою очередь, $R_{cp}^{экс}$, армированного вертикальными элементами массива

$$R_{cp}^{экс} = \left[R_{cp} \frac{A_{cp} - A_{a3}}{A_{cp}} + R_{a3} \frac{A_{a3}}{A_{cp}} \right], \quad (8)$$

где R_{cp} - расчетное сопротивление грунта, по СНиП 2.02.01-83* при $W < W_{sl}$,

R_{a3} - прочность армирующих элементов,

A_{cp} - площадь грунтового массива, определяемая границами армирования.

Деформативные свойства армированного грунта оцениваются эквивалентным модулем деформации $E_{cp}^{экс}$ с учетом влияния функций, учитывающих глубину γ_{ei} и площадь γ_{mi} армирования массива:

$$E_{cp,m}^{экс} = \left[\frac{E_{cp}(A_{cp} - A_{a3})}{A_{cp}} + \frac{E_{a3}A_{a3}}{A_{cp}} \right] \cdot \gamma_{ei} + \gamma_{mi}, \quad (9)$$

здесь $\gamma_{ei} = 1 + 0,3(l_{a3}/h)$ и $\gamma_{mi} = 1,07[(m_i - m_l)/m_l]$, m_i и m_l - соответственно, коэффициенты армирования грунта с количеством n и одним элементом.

После замачивания просадочного грунта при $q_p > P_{sl}$ и $W > W_{sl}$ прочность и деформативность армированного грунтового массива изменяется. Механизм возникновения деформаций просадки обусловлен возникновением и одновременным развитием двух реологических процессов: нарастанием пластических необратимых деформаций и уменьшением прочности грунта при постоянной нагрузке и влажности. Так как просадка происходит из-за существенного снижения показателей прочности этих грунтов при их увлажнении, то просадочная деформация рассматривается как следствие разрушения структуры лессовых грунтов в результате изменения их физического состояния и расчет основания, сложенного этими грунтами, помимо расчета по деформациям, производится по прочности. Армоэлемент вследствие его сцепления с просадочным грунтом становится внутренней связью, препятствующей свободной просадке грунта. Стесненные деформации просадки грунта приводят к образованию в армированном грунтовой массиве дополнительных, внутренне уравновешенных напряжений Δs_{zn} и Δs_{a3} .

Под влиянием разности деформаций Δe_{sl} между свободной и стесненной просадкой в грунте с модулем деформации E_o^I возникают напряжения растяжения (10),

а в армоэлементе с модулем упругости E_{a3} - упругие деформации $e_{sl,a3}$ и формируются дополнительные напряжения сжатия Δs_{a3} (11).

$$\Delta s_{zn} = \Delta e_{sl} E_o^I = \frac{e_{sl} E_{a3}}{\frac{E_{a3}}{E_o^I} + \frac{1}{m}}, \quad (10)$$

$$\Delta s_{a3} = e_{sl,a3} E_{a3} = \frac{e_{sl} E_{a3}}{\left(\frac{E_{a3}}{E_o^I} + \frac{1}{m} \right) m} \quad (11)$$

Уравнение равновесия внутренних напряжений

$$\Delta s_{a3} A_{a3} = \Delta s_{zn} A_{cp}, \quad (12)$$

где A_{a3} , A_{cp} - суммарная площадь армоэлементов и грунта;

$m = \frac{A_{a3}}{A_{cp}}$ - коэффициент армирования.

Полные напряжения в грунте $s_{cp}(t)$ и армоэлементах $s_{a3}(t)$ имеют вид:

$$s_{cp}(t) = s_{cp.o} - \Delta s_{zn}, \quad (13)$$

$$s_{a3}(t) = s_{a3.o} + \Delta s_{a3}, \quad (14)$$

Вследствие проявления пластических деформаций просадочным грунтом в стесненных условиях происходит увеличение напряжений $s_{a3}(t)$ в армоэлементах и уменьшение напряжений $s_{cp}(t)$ в грунте (рис. 3).

Вводим функции накопления напряжений в грунте $H_{s_{cp}}$ и армоэлементе $H_{s_{a3}}$.

$$H_{s_{a3}} = 1 + \frac{e_{sl} E_{a3}}{\left(\frac{E_{a3}}{E_o^I} + \frac{1}{m} \right) m s_{a3.o}}, \quad (15)$$

$$H_{s_{cp}} = 1 - \frac{e_{sl} E_{a3}}{\left(\frac{E_{a3}}{E_o^I} + \frac{1}{m} \right) s_{cp.o}} \quad (16)$$

Эквивалентная прочность $R_{cp}^{экс}$ массива с прочностью армоэлемента R_{a3}

$$R_{cp}^{экс} = \frac{R_{cp}(t)}{H_{s_{cp}}} \cdot \frac{A_{cp} - A_{a3}}{A_{cp}} + \frac{R_{a3}}{H_{s_{a3}}} \cdot \frac{A_{a3}}{A_{cp}}, \quad (17)$$

В соответствии с теорией наследственной ползучести и учетом ядра ползучести $K(t-t) = d(t-t)^{-a_0}$ относительные деформации стесненной просадки $e_{sl,a}(t)$

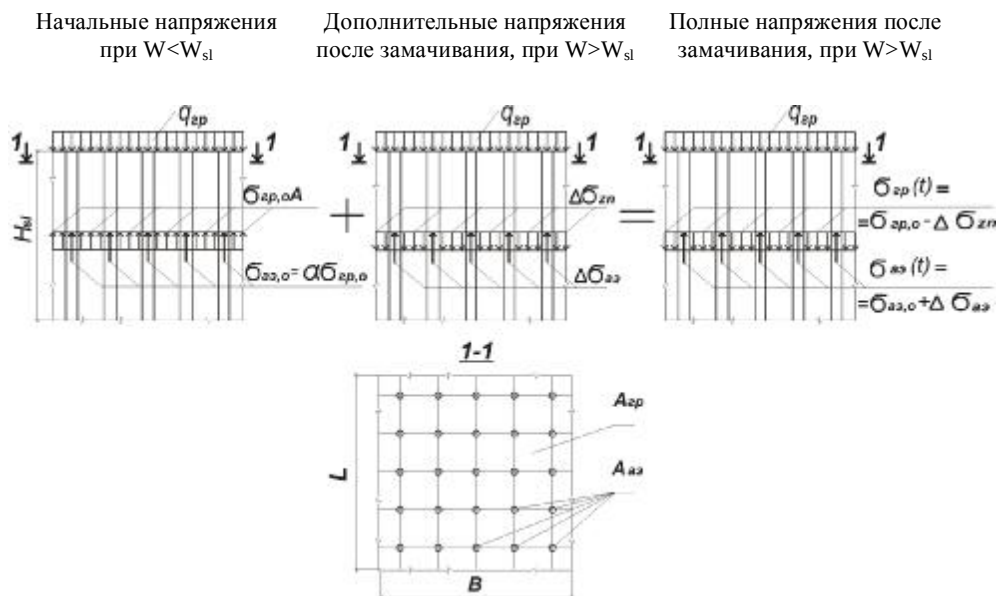


Рис. 3. Расчетная схема армированного просадочного грунта, при $W > W_{sl}$

$$e_{sl,a}(t) = \frac{s \left[1 + \frac{d}{1-a_o} t^{1-a_o} \right]}{\frac{E_o^I}{\left(\frac{E_{az}}{E_o^I} + \frac{1}{m} \right) m}} \quad (18)$$

Эквивалентный модуль деформации $E_{zp}^{экс}$ армированного грунтового массива

$$E_{zp}^{экс} = \frac{s}{e_{sl,a}(t)} = \frac{\frac{s}{E_o} \left[1 + \frac{d}{1-a_o} t^{1-a_o} \right]}{\left(\frac{E_{az}}{E_o^I} + \frac{1}{m} \right) m} = \frac{\left(\frac{E_{az}}{E_o^I} + \frac{1}{m} \right) m E_o^I}{\left[1 + \left(\frac{d}{1-a_o} \right) t^{1-a_o} \right]} \quad (19)$$

Полная осадка армированного массива равна сумме осадки S и просадки S_{sl}

$$S_{II} = S + S_{sl} \quad (20)$$

Относительная деформация просадки армированного грунта

$$e_{sl,ay,i}(t)_i = \frac{\left(\frac{s_{zg} + s_{zp}}{E_o^I} \right) \left[1 + \frac{d}{1-a_o} t^{1-a_o} \right]}{\left(\frac{E_{az}}{E_o^I} + \frac{1}{m} \right) m} \quad (21)$$

Просадка грунта, армированного вертикальными элементами

$$S_{sl,a}(t) = \sum_{i=1}^n \frac{\left(\frac{s_{zg} + s_{zp}}{E_o^I} \right) \left[1 + \frac{d}{1-a_o} t^{1-a_o} \right]}{\left(\frac{E_{az}}{E_o^I} + \frac{1}{m} \right) m} \cdot h_i \cdot k_{sl,i} \quad (22)$$

Сопоставление результатов расчета с результатами натурных испытаний просадочных грунтов [1] показало сходимость в пределах 10-15%.

Литература

1. Крутов В.И., Попсуенко И.К. Устранение просадок лессовых грунтов от их собственного веса путем армирования лессовой толщи // Основания, фундаменты и механика грунтов, №6, 1976. – С. 17-19.
2. Крутов В.И., Попсуенко И.К. Расчет армированных массивов. Труды института. Вып. 70. – М.: Стройиздат, 1980.
3. Мустафаев А.А. Расчет оснований и фундаментов на просадочных грунтах. – М.: Высшая школа, 1979. – 368 с.
4. Мустакимов В.Р., Мирсаяпов И.Т. Совершенствование расчета грунта основания, армированного вертикальными элементами. // Международная научно-техническая конференция “Геотехника Беларуси: наука и практика”. “БУДАУНИЦТВА. СТРОИТЕЛЬСТВО. CONSTRAC TION”, №1-2. – Минск: БНТУ, 2003. – С. 131-145.
5. Мирсаяпов И.Т., Мустакимов В.Р. Напряженно-деформированное состояние, прочность и деформативность просадочных грунтов оснований, армированных вертикальными элементами // Труды международной научно-практической конференции по проблемам механики грунтов и фундаментостроению. Т. I и Т. II. – Пермь: ПГТУ, 2004. – С. 122-128.
6. Мирсаяпов И.Т., Мустакимов В.Р. Алгоритм расчета геомассивов. // Актуальные проблемы проектирования и устройства оснований и фундаментов зданий и сооружений. Сб. научных статей. – Пенза, 2004. – С. 167-171.



УДК 624.012.35/45

Илшат Т. Мирсаяпов

ФИЗИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УСТАЛОСТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕЙСТВИЮ ПОПЕРЕЧНЫХ СИЛ

В настоящее время в практических расчетах, установленных нормами проектирования, расчет выносливости наклонных сечений железобетонных изгибаемых элементов сводится к ограничению величины главных растягивающих напряжений на уровне центра тяжести приведенного сечения, определенных на основе упругого расчета, расчетными сопротивлениями, величина которых зависит от коэффициентов асимметрии циклов напряжений. Эта методика является условной и не отражает действительную работу железобетонного элемента в зоне действия поперечных сил и характер его усталостного разрушения.

В действительности бетон в этой зоне работает в условиях плоского напряженного состояния, при наличии нормальных и наклонных трещин испытывает неупругие деформации. В продольной арматуре, в месте пересечения с наклонной трещиной, происходит интенсивный рост осевых усилий N_s (выравнивание), возникают изгибающий момент M_s и нагельные силы Q_s , которые увеличиваются в процессе циклического нагружения. После образования и развития наклонных трещин происходит интенсивный рост деформаций и напряжений в поперечной арматуре, в местах пересечения с наклонной трещиной. При этом из-за большой скорости нагружения распределение напряжений в стержнях поперечной арматуры по длине наклонной трещины имеет неравномерный характер. Под воздействием циклических нагрузок из-за виброползучести бетона происходит непрерывное накопление остаточных деформаций в сжатой зоне. В связи с тем, что виброползучесть сжатого бетона протекает в стесненных условиях в бетоне сжатой зоны, в продольной и поперечной арматуре появляются и накапливаются остаточные напряжения, т.е. происходит непрерывное изменение напряженного состояния. Накопление остаточных напряжений приводит к изменению коэффициентов асимметрии цикла напряжений $r_b(t)$, $r_s(t)$, $r_w(t)$ и, как следствие, к изменению пределов выносливости бетона, продольной и поперечной арматуры. В зоне совместного действия поперечных сил и изгибающих моментов изменение относительного пролета среза

$\frac{c_0}{h_0}$ (c_0 - расстояние между опорой и грузом) приводит к изменению соотношения между составляющими плоского напряженного состояния S_x, S_y, t_{xy} в

бетоне. В результате меняются механизм работы, механизм и форма усталостного разрушения элемента и расчетная схема.

Усталостные испытания железобетонных балок прямоугольного сечения в зависимости от относительного пролета среза позволяют установить 3 формы усталостного разрушения изгибаемых элементов в зоне действия поперечных сил и дают возможность разработать физические модели усталостного сопротивления элементов для каждой формы разрушения, отражающие их действительную работу в процессе циклического нагружения. Учитывая характер усталостного разрушения, все изгибаемые элементы в зависимости от пролета среза можно разбить на три группы: 1) Изгибаемые элементы с малым пролетом среза $c_0 < 1,2h_0$; 2) Изгибаемые элементы с большим пролетом среза $c_0 > 2h_0$; 3) Изгибаемые элементы с средним пролетом среза $1,2h_0 < c_0 < 2h_0$. Каждой из этих групп присущи свои механизм работы, форма усталостного разрушения и расчетная схема.

Особенностью работы изгибаемых элементов при малых пролетах среза $c_0 < 1,2h_0$ является образование локальных полос напряжений, связанных с точками приложения сосредоточенных внешних усилий, в пределах которых и происходит усталостное разрушение. Как показывают экспериментальные исследования, при опорных и грузовых пластинах $l_{sup} > 0,3h_0$ в процессе циклического нагружения происходит образование и развитие двух характерных наклонных трещин, выделяющих из тела элемента наклонную сжатую полосу между опорой и грузом (рис.1), т.е. трещины выделяют сформировавшийся на начальных стадиях нагружения наклонный поток сжимающих напряжений. Первая наклонная трещина образуется и развивается уже в процессе первого нагружения до максимальной нагрузки цикла Q_{max} и следует параллельно и вблизи линии, соединяющей внутренние границы опорной и грузовой площадок. Направление развития этой трещины – от внутренней границы опорной площадки к внутренней границе грузовой площадки, т.е. от опоры к грузу (рис. 1). Вторая наклонная трещина образуется гораздо позже, в процессе циклического нагружения, например, при

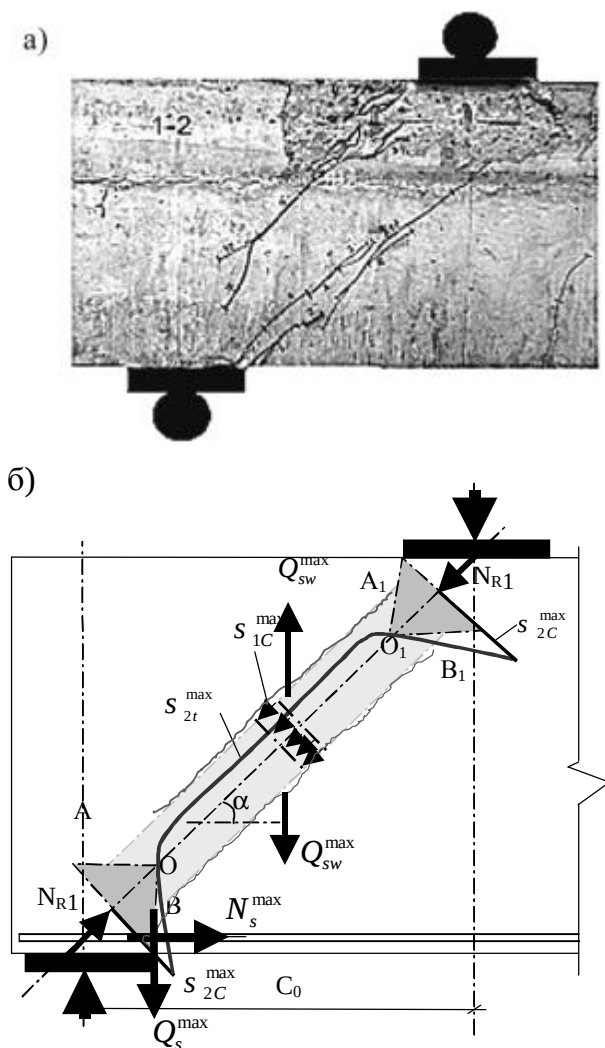


Рис.1. Характер образования трещин при циклическом нагружении и усталостного разрушения: а) физическая модель элемента; б) при малых пролетах среза и грузовых пластинах $l_{\text{sup}} > 0,3h_0$

нагрузках, близких к пределу выносливости элемента, через (200-500) тыс. циклов нагружения. При этом направление развития этой трещины противоположно направлению первой, и она следует от внешней границы грузовой площадки к внешней границе опорной, т.е. от груза к опоре. Незадолго до разрушения происходит резкое раскрытие обеих трещин, и усталостное разрушение в пределах наклонного сжимающего силового потока происходит из-за усталостного разрыва стержней поперечной арматуры в местах пересечения с этими двумя наклонными трещинами, т.е. усталостный разрыв поперечной арматуры происходит по двум плоскостям отрыва, проходящим вдоль границ ядра сжатия наклонной полосы (рис.1). Усталостное разрушение по растянутой зоне элемента может происходить в результате усталостного разрыва продольной растянутой арматуры в месте пересечения с первой наклонной

трещиной от совместного действия осевых $N_s^{\max}(t)$ и нагельных $Q_s^{\max}(t)$ усилий. Другой возможной формой разрушения по растянутой зоне является нарушение анкеровки продольной арматуры из-за усталости сцепления между арматурой и бетоном. Анализ характера усталостного разрушения таких элементов показывает, что для практических расчетов усталостной прочности изгибаемых элементов в зоне действия поперечных сил при малых пролетах среза наиболее простой и приемлемой расчетной моделью является общеизвестная каркасно-стержневая система (КСС), состоящая из наклонной сжатой полосы и растянутого арматурного пояса, замыкающихся в местах приложения внешних нагрузок. Поэтому усталостная прочность изгибаемого элемента в зоне действия поперечных сил при малых пролетах среза определяется выносливостью каждого элемента КСС: наклонных сжатых полос и продольного растянутого пояса. Напряженное состояние внутри наклонного сжимающего силового потока (рис.1) аналогично напряженному состоянию в плосконапряженных элементах при действии местной нагрузки. Эту модель упрощенно можно представить в виде клиньев, расположенных под грузовыми и опорными площадками, распорные сжимающие усилия по боковым поверхностям которых вызывают растягивающие усилия в плоскости, соединяющей концы этих клиньев. В пределах клиньев уплотнения бетон работает в условиях “сжатие-сжатие”, между вершинами уплотнений, в средней части сжатой полосы – в условиях “растяжение-сжатие”, вдоль граней клиньев уплотнений – в условиях сдвига (рис.1). С момента, когда уровень сжимающих напряжений

$s_{1C}^{\max}$, действующих в пределах наклонного сжимающего силового потока, становится больше, чем нижняя граница микротрещинообразования, от микропор в теле бетона или усадочных микротрещин по линии действия растягивающих напряжений $s_{2t}^{\max}$ (рис.1), в средней зоне “растяжение-сжатие” образуются и развиваются микро- и макротрещины отрыва. Уменьшение ширины опорных и грузовых площадок приводит к уменьшению ширины ядра сжатия наклонного сжимающего силового потока, а, следовательно, и расстояния между наклонными трещинами, выделяющими этот силовой поток. При циклическом нагружении происходит нарушение сцепления между поперечной арматурой и бетоном в пределах ядра сжатия. Поэтому усталостное разрушение в пределах наклонного сжимающего силового потока, при $l_{\text{sup}} < 0,3h_0$, происходит либо с образованием только одной трещины отрыва (рис. 2а), образующейся и развивающейся вдоль оси наклонного сжимающего силового потока либо по одной плоскости

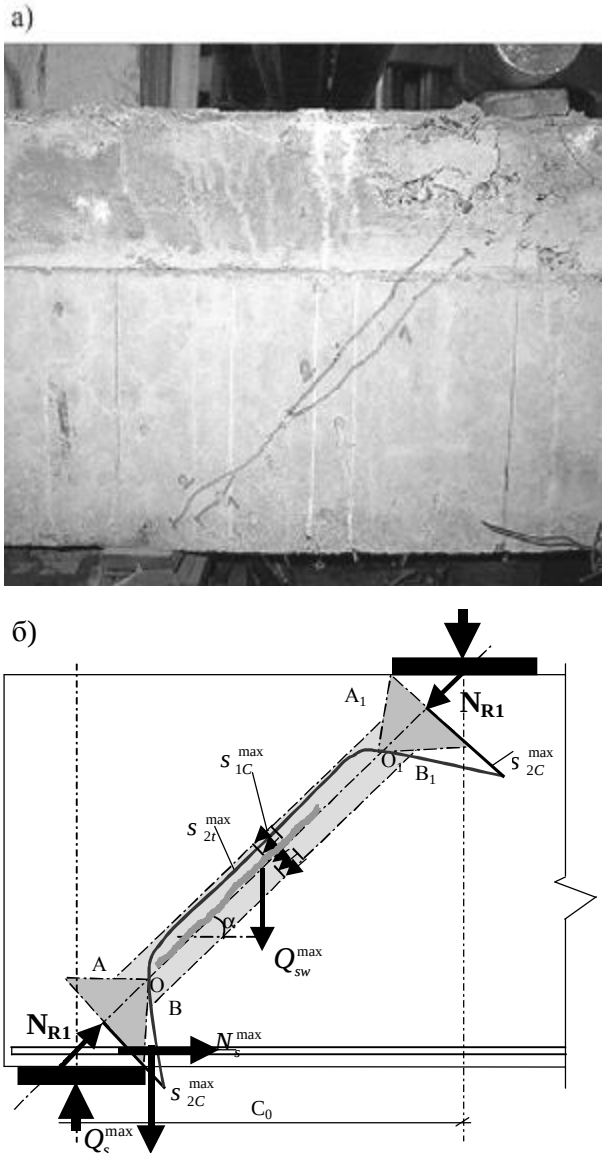


Рис.2. Характер образования трещин при циклическом нагружении и усталостного разрушения: а) физическая модель элемента; б) при малых пролетах среза и грузовых пластинах $l_{sup} < 0,3h_0$

отрыва, расположенной между 1-й и 2-й наклонными трещинами, параллельно им. При этом в элементах без поперечной арматуры усталостное разрушение в пределах наклонной сжатой полосы происходит в тот момент, когда длина трещины отрыва, идущей вдоль оси силового потока, достигает критической длины l_{cr} , а в элементах с поперечной арматурой - в результате усталостного разрыва стержней поперечной арматуры в месте пересечения с трещиной вдоль оси наклонного силового потока. Поэтому физическую модель сопротивления элементов при $l_{sup} < 0,3h_0$ можно представить в измененном виде (рис. 2б).

При больших пролетах среза ($c_0 > 2h_0$)

усталостное разрушение изгибаемых элементов происходит с образованием критической наклонной трещины, положение которой связано не с точками приложения действующих на элемент внешних усилий и реакций опор (местное возмущение напряженного состояния ощутимо только вблизи этих точек), а с внутренними силовыми факторами, действующими в рассматриваемых по длине пролета среза сечениях (моментами и поперечными силами).

Усталостные испытания железобетонных балок при $c_0 = 3h_0$ (рис.3) позволяют выдвинуть следующую гипотезу образования и развития критической наклонной трещины и разработать модель усталостного разрушения железобетонных изгибаемых элементов в зоне действия поперечных сил при многократно повторяющихся нагружениях. Задолго до образования нормальных и наклонных трещин в глубине пролета среза, тем более до формирования и развития критической наклонной трещины, в нормальном сечении в конце пролета среза образуется нормальная трещина (первая). К моменту образования остальных трещин в зоне действия поперечных сил эта нормальная трещина в конце пролета среза развивается на большую высоту и растянутая зона практически исключается из работы; эпюра напряжений $s_x^{max}(t)$ искривляется (рис.3),

увеличивается полнота эпюры W_s и начинает образовываться пластический участок в верхней части эпюры; уменьшение высоты нетрещиновой части бетона в этом нормальном сечении с трещиной приводит к увеличению полноты эпюры W_t касательных напряжений и к резкому увеличению максимального значения касательных напряжений $t_{xy}^{max}(t)$. Поэтому

в пределах пластического участка сжатой зоны X_{pl} резко увеличивается равнодействующая

$$N_{R2}^{max} \text{ нормальных } N_{b1}^{max} = \int_{A_{pl}} s_x^{max}(t) \cdot dA \quad \text{и}$$

$$\text{касательных } Q_{b1}^{max} = \int_{A_{pl}} t_{xy}^{max}(t) \cdot dA \text{ усилий, где } A_{pl} -$$

площадь пластического участка сжатой зоны в нормальном сечении с трещиной в конце пролета среза.

Под воздействием усилия N_{R2}^{max} в сжатой зоне, действующего в пределах ограниченной грузовой площадки $X_{pl}/\cos g$, в направлении действия этого усилия возникает наклонный сжимающий силовой поток. Характер распределения напряжений внутри этого наклонного сжимающего силового потока такой же, как при смятии. Как известно, при смятии, как и при местном сжатии, под грузовой площадкой

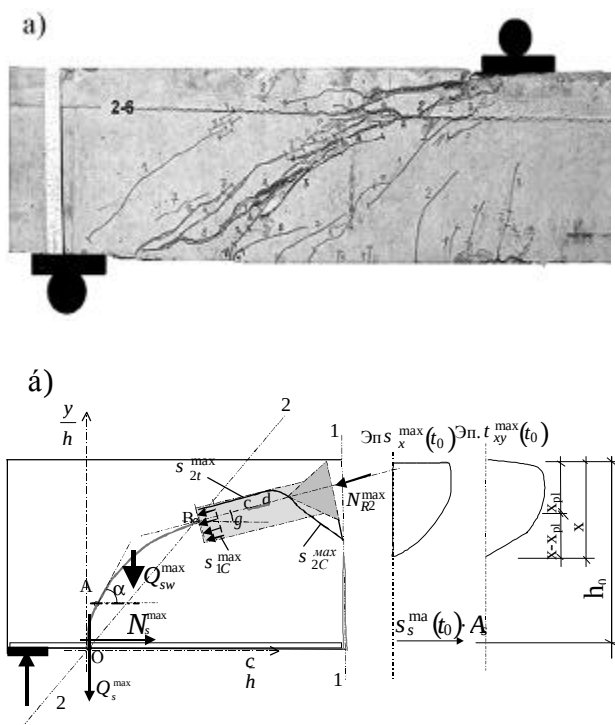


Рис. 3. Характер образования трещин при циклическом нагружении и усталостного разрушения: а) физическая модель элемента; б) при больших пролетах среза

небольшой ширины образуется клин уплотнения, который находится в условиях двухосного сжатия. Под воздействием клина уплотнения в средней части сжимающего силового потока возникает плоское напряженное состояние “растяжение-сжатие”. При циклическом нагружении, еще до образования критической наклонной трещины, внутри наклонного сжимающего силового потока от микропор в теле бетона или усадочных микротрещин по линии действия главных растягивающих напряжений зарождаются и развиваются усталостные микротрещины отрыва, а затем они объединяются в макротрещину отрыва cd под углом g к продольной оси элемента (рис.3). При увеличении уровня нагрузки при первом нагружении или увеличении количества циклов нагружений происходит появление и развитие других трещин в глубине пролета среза. При увеличении количества циклов нагружения одна из таких наклонных трещин начинает развиваться более интенсивно, чем остальные и становится критической. Причиной превращения одной из наклонных трещин в критическую, дальнейшего развития критической наклонной трещины и более интенсивного ее раскрытия по сравнению с остальными наклонными трещинами, а также резкого увеличения напряжений $s_s^{\max}(t)$ в продольной арматуре в месте пересечения с критической наклонной трещиной (выравнивание усилий) является наклонный сжимающий силовой поток, образованный ранее от действия

равнодействующей $N_{R2}^{\max}$ усилий в сжатой зоне. Это можно объяснить тем, что согласно [1] наиболее характерной особенностью развития трещин нормального отрыва, развивающихся вдоль линии действия сжимающих усилий, является стремление любой, даже первоначально наклонной к линии действия сжимающего усилия трещины выравнивать свою траекторию в направлении сжатия, т.е критической становится та наклонная трещина, которая попадает в зону влияния наклонного сжимающего силового потока. Критическая наклонная трещина в растянутой зоне развивается по траектории,

описываемой уравнением $\frac{y}{h} = \frac{a}{b + \frac{h}{c}}$, в котором a и

b определяются исходя из граничных условий. При этом угол ее наклона $a_i \neq \text{const}$ и меняется в каждой следующей точке. Далее, попадая под влияние наклонного сжимающего силового потока, она продолжает развиваться также под углом $g = \text{const}$ к продольной оси изгибаемого элемента, как и макротрещина отрыва cd внутри наклонного сжимающего силового потока. Усталостное разрушение таких элементов в зоне действия поперечных сил происходит либо в результате усталостного раздробления бетона над наклонной трещиной от совместного действия напряжений $s_x^{\max}(t), t_{xy}^{\max}(t), s_y^{\max}(t)$ в сжатой зоне, либо в результате разрыва наиболее нагруженных стержней поперечной арматуры, либо в результате усталостного разрыва продольной арматуры в месте пересечения с критической наклонной трещиной, либо в результате нарушения анкеровки продольной арматуры за критической наклонной трещиной.

Изгибаемые элементы с средним пролетом среза $1,2h_0 < c_0 < 2h_0$ находятся на границе двух предыдущих расчетных условий. Поэтому при средних пролетах среза проявляются особенности элементов как с малым пролетом среза, так и с большим пролетом среза, т.е. на характер образования и развития трещин в зоне действия поперечных сил и усталостного разрушения таких элементов оказывают влияние как внутренние силовые факторы, действующие в рассматриваемых по длине пролета среза элемента сечениях (моменты и поперечные силы), так и местные возмущения напряженного состояния и концентрации напряжений в определенных зонах, связанные с точками приложения сосредоточенных внешних сил. Усталостные испытания балок прямоугольного сечения с пролетом среза $c_0 = (1,48 - 1,67)h_0$ позволяют установить следующую картину

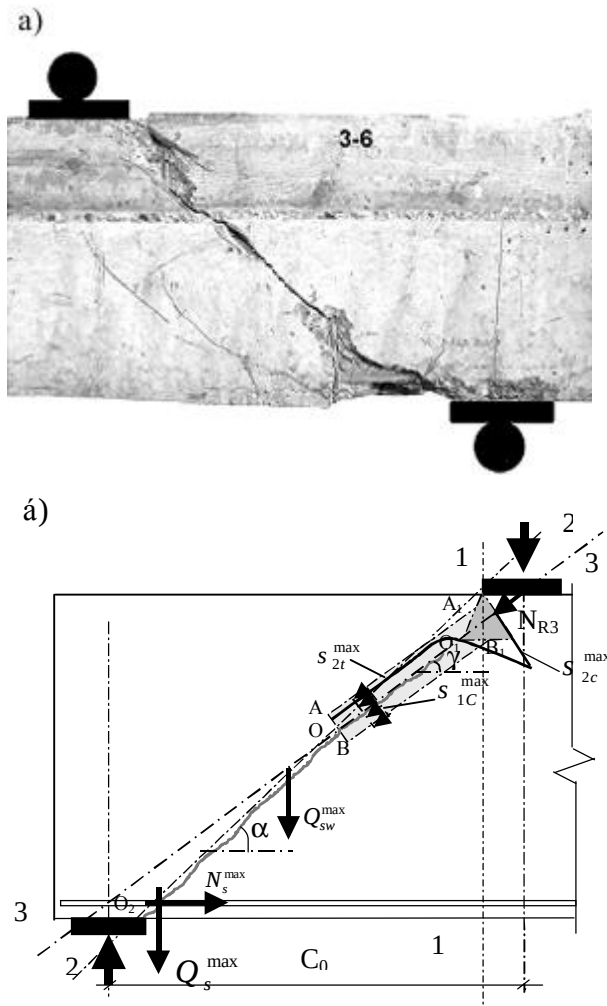


Рис. 4. Характер образования трещин при циклическом нагружении и усталостного разрушения: а) физическая модель элемента; б) при средних пролетах среза

образования и развития трещин и характер усталостного разрушения в зоне действия поперечных сил. При средних пролетах среза критическая наклонная трещина образуется на расстоянии $(0,3-0,4)h$ от растянутой грани и развивается в направлениях к опоре и к грузу. В растянутой зоне она развивается вдоль линии 2-2 (рис.4), соединяющей внутреннюю границу опорной пластины с внешней границей грузовой пластины и полностью пересекает ее (до внутренней кромки опорной пластины). При своем развитии в направлении к грузу критическая наклонная трещина после того, как доходит до точки О, пересечения линий 3-3 и 2-2, меняет свое направление и продолжает развиваться вдоль оси 3-3 наклонного сжимающего потока, образующегося между точками приложения опорной реакции и сосредоточенной нагрузки, т.е ориентируется вдоль наклонного сжимающего силового потока. В то же

время внутри самого сжимающего силового потока образуется и развивается трещина отрыва вдоль оси 3-3 потока, которая затем сливается с начальным участком (OO_2) критической трещины. Очевидно, что образование, развитие и раскрытие критической трещины в растянутой зоне (участок OO_2) связаны с плоским поворотом и сдвигом наклонного сечения 2-2, а ее развитие и раскрытие в сжатой зоне (OO_1) – с образованием и развитием микротрещины отрыва по линии действия растягивающих напряжений

$S_{2t}^{\max}$ (Рис.4б) в зоне “растяжение-сжатие” внутри наклонного сжимающего силового потока, под действием силы $N_{R3}^{\max}$, а затем их слиянием в макротрещину и дальнейшим развитием и раскрытием этой макротрещины отрыва OO_1 . Формирование критической наклонной трещины заканчивается уже при первом нагружении до максимальной нагрузки цикла $Q_{\max}$ после того, как трещина OO_1 , попадая под влияние наклонного сжимающего силового потока, ориентируется вдоль него и сливается с трещиной отрыва OO_1 , образованной внутри сжимающего силового потока вдоль его оси. При этом в направлении к грузу критическая трещина (трещина отрыва) развивается только до точки O_1 и останавливается на некотором расстоянии от края грузовой пластины (рис. 4б) и практически до усталостного разрушения дальше не продвигается. Незадолго до разрушения, вдоль верхней границы ядра сжатия AA_1 внутри наклонного сжимающего силового потока образуется еще одна трещина отрыва, а также на линии, соединяющей точку O_1 и внешнюю кромку грузовой пластины, образуется множество мелких параллельных трещин, имеющих определенный угол наклона к этой линии. Усталостное разрушение по сжатой зоне элементов средним пролетом среза происходит в результате усталостного разрыва хомутов в сечении с трещиной OO_1 или AA_1 (рис.4). Усталостное разрушение по растянутой зоне происходит в результате усталостного разрыва продольной арматуры в месте пересечения с трещиной OO_2 от совместного действия усилий $Q_s^{\max}$ и $N_s^{\max}$. Другой возможной формой разрушения по растянутой зоне является нарушение анкеровки продольной арматуры за критической наклонной трещиной в результате усталости сцепления.

Литература

1. Митченко С.В., Степков В.М. Кинетика развития трещины отрыва вдоль линии сжатия // Проблемы прочности, №11, 1987. – С. 22-25.



УДК 528.48

В.И. Стебнев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАХЕОМЕТРОВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

При выполнении плановых разбивочных работ в строительстве рекомендуется [1] использовать различные методы – полярный, створный, угловых и линейных засечек, метод прямоугольных координат. Метод обратной угловой засечки для разбивочных работ практически не рекомендуется, за исключением определения положения опор мостовых переходов. Однако, во-первых, метод обратной угловой засечки при прочих равных условиях является более точным (особенно при благоприятных условиях засечки), а во-вторых, в этом методе влияние исходных данных на точность определения положения засекаемой точки является наименьшим [2]. Правда, для определения положения проектной точки методом обратной угловой засечки нужно выполнять редуцирование, и формулы для вычисления координат точки являются громоздкими. Однако современные электронные тахеометры, например, Trimble 3003 DR, имеют встроенную функцию решения обратной угловой засечки. Причем засечка может выполняться по разному количеству опорных точек – от 2 до 5, а когда имеются избыточные измерения, определяются вероятнейшие значения координат с оценкой точности. К тому же тахеометр Trimble 3003 DR – точный прибор, которым углы можно измерять с погрешностью 3", а расстояния до 5 км – с погрешностью 2 мм + 2 ppm.

Поэтому предлагается использовать такие приборы для построения внутренней разбивочной сети здания или сооружения на исходном и монтажных горизонтах методом обратной угловой засечки и выполнения разбивочных работ. В качестве опорных точек можно использовать пункты плановой разбивочной сети строительной площадки. Но лучше опорную сеть сгустить тем же прибором. Желательно опорную сеть спроектировать таким образом, чтобы она представляла собой четырёхугольник с длиной стороны около 250 м, расположенный вокруг здания или сооружения, и чтобы с засекаемых точек на любом горизонте было видно не менее 3 опорных точек. Сеть желательно строить по методике полигонометрии IV класса, благо, точность прибора это позволяет сделать.

Разбивка внутренней разбивочной сети на любом горизонте должна выполняться следующим образом. Предварительно нужно наметить положение пунктов внутренней сети относительно основных осей промерами рулеткой. Координаты пунктов внутренней сети в местной системе координат должны быть заданы

проектом. В предварительно намеченных пунктах при помощи транспорта нужно провести направления осевого меридиана, полученного из решения обратной геодезической задачи. Тахеометр центрируется над первым предварительным пунктом внутренней сети, и делаются засечки на 3 или более видимые опорные точки, над которыми ранее были установлены и отцентрированы отражатели. Обратной засечкой определяются координаты первого предварительного пункта. Точность определения координат засекаемой точки зависит от погрешности собственно засечки, от погрешности исходных данных, от погрешности фиксации точки и от погрешности редуцирования. Погрешности центрирования отражателей можно не учитывать, имея в виду, что точность центрирования оптическим центриром менее 1 мм, а координаты опорных точек, определённых полигонометрией IV класса, могут иметь погрешность до 10 мм.

Точность собственно засечки определяется формулой [2]:

$$m_p = \sqrt{(m_x^2 + m_y^2)} = S_2 m_p \sqrt{[(S_1/L_1)^2 + (S_3/L_1)^2] / \rho'' \sin(\beta_1 + \beta_2 + \omega)},$$

где S_1, S_2, S_3 – расстояния до опорных точек, L_1 и L_3 – расстояния между ними, β_1 и β_2 – углы засечки, ω – угол между засекаемыми базисами. Если S_2 примерно 100 м, а S_1 и S_3 меньше, чем L_1 и L_3 , то есть засекаемая точка находится внутри треугольника из опорных точек, то тахеометром Trimble 3003 DR можно получить координаты засекаемой точки с погрешностью примерно 2 мм. При этом нужно учесть, что есть несколько избыточных измерений (при засечке на 3 точки – 3 избыточных измерения), которые точность определения координат повышают.

Влияние исходных данных на точность обратной угловой засечки определяется формулой [2]:

$$(m_p)_{\text{исх}} = v / 2T\sqrt{6},$$

где T – знаменатель предельной относительной погрешности стороны геодезической основы, v – длина этой стороны. Если основа развивалась полигонометрией IV класса, а длина стороны около 250 м, то $(m_p)_{\text{исх}}$ равна 2 мм. А при использовании двух или большего количества базисов (засечка по 3 или 4 точкам) $(m_p)_{\text{исх}}$ будет, соответственно, ещё меньше.

Погрешности фиксации точки и погрешности редуцирования не превышают 1 мм. Поэтому главный источник погрешности определения координат в способе обратной засечки – погрешность собственно



засечки.

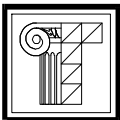
После определения координат первого предварительного пункта внутренней сети из него полярным способом определяются координаты остальных предварительно намеченных пунктов. Они сравниваются с проектными, и по разностям определяются элементы редукции. Эти элементы откладываются при помощи линейки с миллиметровыми делениями и угольника вдоль и поперёк направления осевого меридиана на каждом предварительном пункте внутренней сети. Далее тахеометр переносится в новое, уточнённое положение другого пункта, и из него обратной засечкой на 3 (или больше) опорных пункта разбивочной сети определяются координаты этого пункта. Определив обратной засечкой положение всех пунктов внутренней разбивочной сети на любом горизонте, делают контрольные промеры. Если расхождения в положении пунктов в сравнении с проектными значениями находятся в пределах допусков, плановая внутренняя разбивочная сеть на горизонте создана. Необходимо её капитально закрепить, и от неё можно выполнять

детальные плановые разбивки. Можно это делать тем же электронным тахеометром, так как у него есть функция выполнения детальных разбивочных работ.

Одновременно с разбивкой плановой внутренней сети на различных горизонтах электронным тахеометром можно определять отметки реперов на этих горизонтах тригонометрическим нивелированием. Для этого нужно измерить высоты отражателей над пунктами разбивочной сети и высоту отражателя над определяемой точкой. При выполнении обратной засечки вероятнейшая высота репера будет определена относительно всех исходных реперов с оценкой точности.

Литература

1. Левчук Г.П., Новак В.Е., Конусов В.Г. Прикладная геодезия. Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ. – М.: Недра, 1981.
2. Справочник по инженерной геодезии. / Под редакцией Н.Г. Видуева. – Киев: Вища школа, 1978.



УДК 657.9

Г.М. Харисова

ИНТЕРВАЛЬНАЯ СТОИМОСТНАЯ ОЦЕНКА СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ – ПОКАЗАТЕЛЬ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ДЕНЕЖНЫМ ПОТОКОМ

В настоящее время не существует универсальной формулы, которая могла бы быть использована для оценки стоимости строительных организаций. Реальная рыночная цена строительной организации определяется на основе уже свершившегося акта купли-продажи. Однако можно теоретически оценить интервал допустимых значений рыночной стоимости строительной организации. Для этого поведение покупателя и продавца на рынке иррациональных товаров предлагается исследовать с помощью теории потребительского выбора. Эта теория применима к описанию любого экономического явления, в котором люди осуществляют выбор с целью получить наибольшее удовлетворение при ограниченности ресурсов.

Для аналитической оценки рыночной стоимости действующей строительной организации в рамках доходного подхода необходимо сделать следующие допущения:

- сделки купли-продажи осуществляются на конкурентном рынке;
- контрагентам акта купли-продажи присуще экономически рациональное поведение;
- покупатель и продавец хорошо информированы о рынке и объекте сделки;
- покупатель занимает позицию эффективного собственника, не преследуя спекулятивные цели.

Рассмотрим акт купли-продажи строительных организаций с позиций продавца. Собственник может поменять свой капитал и финансовые выгоды, которые он приносит, на денежную сумму, равную рыночной стоимости организации, которая при наращивании на банковских депозитах обеспечит ему, как минимум, эквивалентный финансовый результат.

Собственник строительной организации может выбирать между производительным использованием своего капитала и наращиванием денежной суммы на банковских депозитах. Эти два альтернативных варианта инвестирования для собственника будут равновыгодны при соблюдении следующего условия:

$$\Pi_K^{np} / PC = \Pi_D^{np} / D = \text{const}, \quad (1)$$

где Π_K^{np} – предельная полезность использования капитала, вложенного в строительную организацию;

PC – рыночная стоимость строительной организации, тыс. руб.;

Π_D^{np} – предельная полезность наращивания

денежной суммы, эквивалентной рыночной стоимости строительной организации на банковских депозитах;

D – сумма денежных средств, эквивалентная рыночной стоимости строительной организации, тыс. руб.

Это финансовое тождество позволяет оценить нижний предел рыночной стоимости организации, то есть такое ее значение, ниже которого продажа строительной организации для собственника становится экономически нецелесообразной.

Для сравнения может использоваться следующая модель:

$$C_{н.г.} = P(1+i)^t, \quad (2)$$

где $C_{н.г.}$ – нижняя граница рыночной стоимости строительной организации, тыс.руб;

P – первоначальная сумма вложенного капитала, тыс.руб;

i – процентная ставка;

t – период, год.

Задача оценки нижней границы рыночной стоимости для купли-продажи в основном сводится к капитализации перспективного потока ежегодных чистых прибылей, прогнозируемых за период жизненного цикла выпускаемой продукции.

Поток текущих доходов должен обеспечить возмещение капитала, если за прогнозируемый период изменяется его стоимость и доход на капитал при допустимом уровне риска. Несмотря на то, что реверсия за пределами прогнозного периода не предусматривается, правомерно допущение о неизменности стоимости капитала за период его производительного использования, так как недоамортизация его стоимости компенсируется инфляционными процессами. Капитализировать будущий поток доходов означает привести его к единой сумме текущей стоимости.

Нахождение нижней границы рыночной стоимости организации – это частный случай капитализации потока доходов в виде чистой прибыли, накапливаемой разово в конце года, для дискретного времени, ограниченного периодом в T лет:

$$C_{нг} = \sum_{t=1}^T \Pi_{ч} (1+i)^t, \quad (3)$$

где $C_{нг}$ – нижняя граница рыночной стоимости организации, тыс. руб.;



Π_t – чистая прибыль, прогнозируемая в t -ом году, тыс.руб.;

$k_{пр} = 1/(1+i)^t$ – коэффициент приведения перспективных значений прибыли к текущей (современной) стоимости.

При оценке верхней границы рыночной стоимости строительной организации в рамках доходного подхода сохраняются допущения о величине прогнозного периода, о реинвестировании капитала, о сохранении стоимости капитала в процессе его производительного использования, об учете стоимости реверсии.

Верхняя граница рыночной стоимости строительной организации представляет собой цену, определяемую сроком, в течение которого потенциальный покупатель готов ждать полного возвращения вложенного капитала.

Принимая во внимание будущую неопределенность любого бизнеса, учитывая изменение налогового законодательства и переменчивость экономической ситуации, сегодня найдется немного потенциальных покупателей, которые решатся заплатить за предприятие больше суммарного дохода, ожидаемого от его деятельности в течение прогнозного периода.

В этих условиях наиболее точно финансовые выгоды от производительного использования капитала отражает не показатель чистой прибыли, а показатель чистых денежных поступлений или чистый денежный поток.

Покупатель, вкладывающий деньги в действующую строительную организацию, в конечном счете, покупает не набор активов, состоящий из основных фондов и внеоборотных активов, а поток будущих доходов, позволяющий ему окупить вложенный капитал, получить прибыль и повысить свое благосостояние. Таким образом, чистый денежный поток можно рассматривать как посленалоговый денежный поток, создаваемый строительной организацией и доступный всем поставщикам капитала – как кредиторам, так и акционерам.

Задача оценки верхней границы рыночной стоимости строительной организации сводится к нахождению суммарной текущей стоимости годовых денежных потоков, прогнозируемых на период времени, равный жизненному циклу выпускаемой продукции.

$$C_{вг} = \sum_{t=1}^T ДП_t \cdot (1+d)^{-t}, \quad (4)$$

$C_{вг}$ – верхняя граница рыночной стоимости строительной организации, тыс. руб.;

$ДП_t$ – денежный поток t -того года, тыс. руб.;

d – ставка дисконта, характеризующая эффективность вложенного капитала в t -году;

T – период прогнозирования.

При прогнозировании должно учитываться множество факторов: состояние национальной экономики и перспективы ее развития, тенденции развития рынка, изменения во внешних связях организации и т.д. В ходе прогнозирования дается

логическая оценка того, как перечисленные факторы влияют на получение доходов от владения предприятием. Прогнозы будут являться результатами суждений, которые выносят эксперты на основе анализа исходной информации и тенденций, выявленных экономической теорией. Расчет перспективных валовых доходов связан с прогнозированием конъюнктуры рынка, цен на продукцию, объемов производства и сбыта. Для целей анализа признаются лишь действительные изменения в денежном потоке, то есть изменения соотношения денежных поступлений и денежных отчислений, а не просто операции, отражаемые в бухгалтерских документах как перераспределение затрат и не имеющие денежного характера.

При прогнозировании денежных потоков приток и отток денежных средств систематизируется по трем сферам принятия управленческих решений: хозяйственная деятельность, инвестирование и финансирование. Инвестиционные расходы должны включать в себя предпроизводственные затраты, связанные с выполнением прикладных научно-исследовательских работ, опытно-конструкторских разработок, технической подготовки и освоения производства. Учитываются новые капитальные вложения, охватывающие затраты на приобретение (изготовление) нового оборудования, включая его установку, монтаж и освоение, затраты на модернизацию действующего оборудования, затраты на строительство и реконструкцию зданий и сооружений, затраты на новую технологическую оснастку и модернизацию имеющейся. Капитальные вложения в имеющиеся фонды, если они будут использоваться дальше, учитываются по остаточной стоимости. Если фонды высвобождаются, то выручка от их продажи или утилизации представляет собой приток денежных средств. Основные фонды – это наиболее сложный объект прогнозирования, поскольку они не подлежат ежегодной замене, поэтому довольно трудно прогнозировать затраты на замещение старых изношенных активов. Их эффективное использование возможно на основе тщательно сбалансированного, перспективного и оперативного планирования производственно-хозяйственной деятельности строительных организаций. Для освоения новой продукции возможно привлечение кредитных средств, что также увеличивает величину денежного потока. Однако сложный механизм и ограничения по финансовому состоянию строительных организаций при оформлении банковских кредитов сдерживают их долю в инвестиционном процессе.

Потребность в оборотном капитале – это часть инвестиционных издержек. Оборотный капитал необходимо оценить, чтобы учесть дополнительную потребность в денежных средствах на финансирование товарно-материальных запасов, роста дебиторской задолженности, резервов в случаях задержек платежей. Текущие издержки на производство продукции классифицируются в соответствии с принципами



управленческого учета и включают в себя прямые материальные затраты, прямые трудовые затраты, общехозяйственные расходы, расходы на реализацию и административные расходы, подразделяющиеся на постоянные и переменные. Амортизация на реновацию основных фондов по своей сущности является издержками, но так как соответствующие деньги не покидают расчетный счет организации, то организация может временно использовать их. Поэтому при расчете денежных потоков амортизация на реновацию основных фондов учитывается как приток денежных средств.

Для оценки денежных потоков организации прибавляется изменение долгосрочной задолженности организации за рассматриваемые периоды. Таким образом, задача оценки верхней границы рыночной стоимости строительной организации сводится к нахождению суммарной текущей стоимости годовых денежных потоков, прогнозируемых на период времени, равный жизненному циклу выпускаемой продукции.

Анализ зарубежной практики оценки предприятий показывает, что прогнозы денежных потоков разрабатываются обычно на 4 года, на следующие четыре года делаются предположения о темпах роста денежных потоков, а после 8 лет функционирования предприятия предполагается постоянный поток доходов. Условия перехода России к рыночным отношениям характеризуются низкой степенью надежности прогнозов по экономическим, политическим и социальным аспектам, поэтому рекомендуется принимать расчетный прогнозный период, равный 3 годам. Более длительный период прогноза не обеспечит достоверность данных, а более короткий период прогноза не позволит увидеть тенденцию роста бизнеса. Даже грубый прогноз на любой срок лучше отсутствия всякого прогноза на это время. Для оценки стоимости строительной организации на базе его будущих чистых доходов составляется спектр прогнозов — реалистичный, пессимистичный и оптимистичный. Строительство как отрасль материального производства имеет свои отличительные особенности, которые тесно связаны с особенностями строительной продукции и технологии её получения. Процесс возведения строительной продукции требует значительных сроков, больших затрат рабочего времени, поэтому в современных рыночных условиях время является важнейшим фактором строительного производства.

Характеризуя масштабы инфляции в строительной отрасли, следует иметь в виду, что они отличаются от масштабов потребительской инфляции. Дело в том, что в строительстве ни один вид потребляемых ресурсов не попал в число защищаемых государством, контролируемых правительством или поддерживаемых дотациями. Основными причинами роста цен в строительной отрасли являются следующие:

- а) введение свободных цен на строительные материалы и конструкции;
- б) удорожание строительных материалов, не

имеющих отечественных аналогов, пропорционально росту курса доллара США, а значит, в 3,5–4 раза.

в) существенный рост средней заработной платы по сравнению с учтенной величиной в индексах строительно-монтажных работ.

Сопоставление индекса потребительских цен (по данным Госкомстата РФ) за 1999–2005 гг. и индексов удорожания строительно-монтажных работ, по данным Постановлений Кабинета Министров РТ, показал, что темпы роста обесценения строительно-монтажных работ, материалов и сырья в строительной отрасли выше, чем темпы инфляции.

Таким образом, инфляция порождает неконтролируемый рост цен практически на все потребляемые в строительстве ресурсы, ведет к обесцениванию прибыли и недостатку начислений амортизации для обеспечения простого воспроизводства собственных основных фондов.

При построении прогнозов развития строительной организации очень важно правильно определить свободный денежный поток, чтобы не допустить несоответствие между денежным потоком и ставкой дисконтирования, используемой для расчета стоимости строительной организации. Корректность определения ставки дисконтирования, применяемая к чистому денежному потоку, имеет огромное значение при вычислении текущих стоимостей будущих денежных потоков. От выбора ставки дисконтирования зависит конечная величина текущей стоимости денежного потока, которая является ценой осуществляемой сделки между продавцом и покупателем.

Ставка дисконта — это мера не только ежегодной доходности, но и риска, поэтому она должна обеспечивать премию за все виды рисков, сопряженных с инвестированием в оцениваемую строительную организацию.

Интервальная стоимостная оценка строительных организаций позволяет ответить на вопрос о том, не приведет ли выделение средств на инвестиционное развитие к нарушению платежеспособности, сможет ли строительная организация эффективно осуществлять одновременно финансирование текущей производственной и долгосрочной инвестиционной деятельности, а также реально способствует привлечению стратегических инвесторов, т.к. полностью удовлетворяет их потребности в информации о перспективах финансового состояния организации, о степени инвестиционного риска и эффективности инвестиций в данную организацию.

Литература

1. Грязнова А.Г., Федотова М.А. Оценка бизнеса. — М.: Финансы и статистика, 2004.
2. Профессиональный научно-практический журнал "Вопросы оценки", №№1, 2, 3, 2003–2005 гг.



УДК 330.101.52

А.В. Осипов

К ВОПРОСУ О ФЕНОМЕНЕ МЯГКИХ БЮДЖЕТНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

До недавнего времени синдром мягких бюджетных ограничений (МБО) был представлен в экономической литературе как одно из ключевых объяснений причин неэффективности командно-административной системы хозяйствования. Термин “мягкие бюджетные ограничения” ввел в научный оборот венгерский экономист Я. Корнаи, который в своей книге “Дефицит” показал, как синдром МБО провоцирует повышение спроса предприятий на производственные ресурсы, приводит к ослаблению их чувствительности к ценам и таким образом формирует дефицитную экономику. Специфические мотивы экономического поведения хозяйствующих субъектов в социалистических странах объясняются отсутствием банкротств хронически убыточных предприятий, искусственным сохранением их жизнеспособности государством.

Сегодня проблема невысокой результативности советской экономики утратила свою актуальность, однако синдром МБО не стал достоянием истории, поскольку данное явление универсально и обнаруживает себя не только в социалистических, но и в переходных экономиках и даже в капиталистических странах. Проблемы, сопряженные с МБО, – один из главных дискуссионных вопросов экономической политики в современной России. При переходе от директивной к рыночной экономике, начиная с 1992 г., синдром МБО обусловил проведение жесткой денежно-кредитной политики, в результате чего дефицит ресурсов в стране сменился дефицитом платежных средств, возникла система неплатежей. В контексте МБО также целесообразно осмысливать целый ряд феноменов, присущих долговым отношениям при капитализме.

По мере накопления опыта использования понятия его интерпретация меняется и развивается с течением времени. К идее МБО обращаются экономисты, для которых она служит инструментом изучения и разработки государственной экономической политики в постсоциалистических странах. Также существует группа теоретиков, которые пытаются строить формальные макро- и микроэкономические модели, опираясь на феномен МБО. Необходимо уточнение понятийного аппарата с целью объединения разных исследовательских программ.

Организация, покрывающая свои издержки из собственных фондов и доходов, объективно сталкивается с бюджетными ограничениями. Если не удается удержаться в их рамках, то возникает дефицит

и необходимость посторонней помощи (долговые отношения). Верхний предел поддержания финансового дефицита устанавливается ограничениями на ликвидность, платежеспособность и заимствования. При сохранении дефицита организация вынуждена сокращать масштабы своей деятельности или вообще прекратить функционирование.

Среди множества условий и факторов, определяющих степень бюджетных ограничений хозяйствующего субъекта, решающую роль играют степень влияния на цены, жесткость системы налогообложения, государственное перераспределение, возможности получения кредита и внешних финансовых вложений.

МБО возникает в том случае, когда одна или несколько организаций обеспечивают финансовую поддержку организации, столкнувшейся с затруднениями. В случае государственных предприятий подобную роль играют государственные ведомства. При любом проявлении феномена МБО фигурирует пара субъектов: “дефицитная” организация (ДО) и “поддерживающая” организация (ПО).

В реальной хозяйственной практике присутствует множество пар типа “ДО-ПО”:

1) в корпоративной сфере происходит поддержка государством не только предприятий, находящихся в его собственности, но и частных фирм (например, субсидии сельскому хозяйству и помощь приходящим в упадок отраслям);

2) применительно к банкам и иным финансовым посредникам в роли “поддерживающей” организации могут оказаться либо правительство, либо другие финансовые институты. Примером служит государственная поддержка ссудосберегательных ассоциаций в 1980-1990-е годы в США;

3) помощь извне широко распространена в случае некоммерческих организаций, расходы которых превышают доходы. В частности, не допускается банкротство институтов социального страхования, сфера деятельности которых охватывает большое число людей;

4) обремененные долгами или неплатежеспособные местные органы власти часто пользуются поддержкой центрального правительства;

5) синдром МБО нередко возникает на международном уровне. Переживающая финансовый кризис и неплатежеспособная страна получает поддержку от международных финансовых агентств и



сообществ.

Важным аспектом при оценке конкретной ситуации выступает ответ на вопрос о степени добровольности помощи. “Дефицитная” организация, имея мотив выживания, может прекратить платить налоги, возвращать долги банкам и оплачивать счета поставщиков, то есть уклониться от выполнения своих юридических обязательств. Тогда способность принуждать к соблюдению налоговых обязательств и частных контрактов становится необходимым условием ужесточения бюджетных ограничений. Что же принуждает “поддерживающую” организацию мириться с нарушением платежной дисциплины “дефицитной” организацией?

Наиболее изученный случай государственного предприятия в социалистической экономике таков. С одной стороны, правительство заинтересовано в том, чтобы у предприятия была прибыль, поскольку тем самым повышается уровень эффективности и создается источник государственных доходов. С другой стороны, правительство не заинтересовано в банкротстве убыточных предприятий, поскольку возникнет излишек трудовых ресурсов, что будет содействовать усилению социальной нестабильности и политической напряженности.

В рыночном хозяйстве имеется еще ряд вариантов мотивации МБО:

а) собственная деловая заинтересованность “поддерживающей” организации, когда она в случае прекращения функционирования “дефицитной” организации потеряет инвестиции или ранее предоставленные ссуды;

б) мотив патернализма, когда государственные чиновники воспринимают себя опекунами госпредприятия и берут за него ответственность. Схожий тип менталитета присущ и администрации крупной корпорации, состоящей из большого числа подразделений. Если какое-либо из них убыточно, то доходы рентабельных подразделений зачастую перераспределяются в его пользу (перекрестное субсидирование);

в) политические мотивы заставляют депутатов парламента добиваться субсидий для фирм, переживающих финансовые затруднения. Парламентарии стремятся сохранить уровень занятости для укрепления своей популярности и политического влияния, повышая тем самым свои шансы на переизбрание;

г) мотив сохранения собственной репутации руководства корпорации, когда возникают стимулы предотвратить финансовый крах подразделения нижнего уровня. Провал может вызвать сомнение в компетентности руководителей корпорации, поэтому, избегая такого рода обвинений, они вынуждены принимать меры по спасению пострадавшего подразделения;

д) мотив избежания побочных экономических

эффектов, когда при банкротстве крупного предприятия его поставщики могут попасть в трудное положение, вследствие чего возможна цепная реакция банкротств. Так, к тяжелым экономическим последствиям может привести крах финансовых институтов и институтов социального страхования;

е) коррупционное влияние на “поддерживающую” организацию (“кумовство”, подкуп ее членов “дефицитной” организацией).

В число “поддерживающих” организаций не включают страховые компании. При коммерческих страховых сделках клиент покупает услугу путем выплаты страховых взносов, гарантируя тем самым компенсацию своих потерь страховщиком. “Дефицитная” организация в условиях МБО не покупает спасение у “поддерживающей” организации.

Анализ рыночной трансформации выводит на первые позиции отношения собственности. Методологически важными оказываются вопросы о вероятности поддержки извне для государственного предприятия по сравнению с частной фирмой. У кого больше шансов на помощь со стороны государства: у приватизированного предприятия или у вновь созданной частной фирмы? Усиливают ли приватизация и поощрение развития частного сектора тенденцию к ужесточению бюджетных ограничений?

Особенность синдрома МБО заключается в том, что проводимые “спасательные операции” не являются неожиданными и необязательно сводятся к единовременному вмешательству. Вполне возможна и длительная поддержка “дефицитной” организации. Между перспективами “поддерживающей” организации *ex ante* и *ex post* существуют принципиальные различия. *Ex ante* ПО предпочла бы воздержаться от оказания помощи “дефицитной” организации и этим заранее минимизировать риск ее краха. Но когда крах уже произошел (*ex post*), у ПО появляются сильные стимулы прийти на выручку предприятию и сохранить его.

Одной из главных причин окончательного краха централизованного планирования в бывшем СССР и в других социалистических странах стала невозможность обеспечивать достаточные темпы развития новых технологий, инноваций. Из-за мягких бюджетных ограничений экономики с централизованным планированием теряют способность отклонять плохие проекты НИОКР *ex post*, то есть после того, как их бесперспективность становится очевидной. В странах с рыночной экономикой имеют место более жесткие бюджетные ограничения, благодаря которым возможно отклонение таких проектов *ex post*.

В переходных экономиках требуются конкретные институциональные изменения или реформы, которые могли бы придать убедительность жестким бюджетным ограничениям (ЖБО). Представляет интерес такой способ устранения МБО, как децентрализация правительственных полномочий. Серьезная



реорганизация сферы управления, делегирование региональным органам власти фискальных функций вызывает конкуренцию между региональными властями, нацеленную на привлечение внутреннего и иностранного капитала, и приводит к ужесточению бюджетных ограничений. Однако предоставление региональным властям права распоряжаться расходами по собственному усмотрению может вызвать у последних желание исказить структуру этих расходов в надежде привлечь финансирование со стороны центрального правительства.

При возникновении МБО в ситуации, когда предприятия взаимосвязаны, внешние эффекты служат значимым фактором. С самого начала переходного периода неплатежи стали важной характеристикой взаимодействия предприятий. После либерализации цен многие фирмы оказались неплатежеспособными, в результате у них стала накапливаться задолженность перед поставщиками.

Ключевой индикатор синдрома МБО - степень, в какой организациям позволено разоряться. Финансовые затруднения обычно не приводят к краху отдельных муниципалитетов, городов, регионов и государств. Однако применительно к частным организациям уход с рынка - обычное явление. Если какая-либо организация постоянно терпит убытки, то среда ЖБО не позволит ей выжить. По этой причине исследование частоты банкротств и ликвидации организаций позволяет судить об уровне МБО.

Концепция МБО дополняет теорию созидательного разрушения, разработанную Й. Шумпетером. У него предприниматель-новатор, вторгающийся в экономическое пространство, вытесняет часть консерваторов за счет того, что активизирует спрос на некоторые виды дефицитных ресурсов, провоцируя повышение цен на них. Это ведет к ухудшению финансового положения тех консерваторов, потребность в продукции которых близка к насыщению или чья продукция конкурирует с более качественной продукцией новатора. Поскольку для большинства рыночных экономик характерна высокая норма выбытия организаций, Шумпетер неявно предполагал, что о смерти организации позаботится сам рынок. Конкуренция выполняет функции естественного отбора. Обеспечение прибыльности становится вопросом выживания хозяйствующего субъекта лишь при условии жестких бюджетных ограничений.

Смягчение бюджетных ограничений сдерживает процессы разрушения, к которым должен приводить рыночный отбор. Синдром МБО помогает сохранить устаревшие продукты, технологии, формы организации производства. Подобная консервация старого связывает ресурсы, которые возможно использовать на более эффективные цели. Неэффективные ограничения не только смягчают ожидаемые условия отбора выживающих в ходе конкуренции компаний, но и фактически способствуют обратному выбору,

поскольку предприниматель в меньшей степени учитывает риски и готов функционировать при чрезмерно высоких издержках, рассчитывая на финансовую помощь при возникновении проблем.

Теории синдрома МБО помогают пролить свет на роль "поддерживающих" организаций в генерировании отклонений от стандартных норм выбытия с рынка посредством ослабления или даже ликвидации "разрушительного" аспекта шумпетерианского процесса.

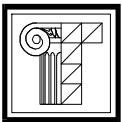
Опыт функционирования современного постиндустриального капитализма свидетельствует о том, что государственные "поддерживающие" организации (в том числе государственные венчурные фонды), помогающие фундаментальной и прикладной науке, а также частично участвующие в реализации крупных стратегически важных национальных проектов, реализуют такой тип мягких бюджетных ограничений, который способствует росту эффективности отечественной экономики и создает условия для повышения конкурентоспособности частного бизнеса на мировых рынках. Следовательно, МБО способны выполнять экономически значимую позитивную функцию в современном обществе. Этот факт подтверждает универсальность мягких бюджетных ограничений.

Данная позитивная функция указывает также на необходимость дополнения теории Шумпетера, поскольку исследуемый ею режим жестких бюджетных ограничений (созидательное разрушение) успешно сочетается на практике с мягкой научно-инновационной политикой государственных и публичных "поддерживающих" организаций.

Кроме того, системный методологический подход требует, чтобы в рамках процедуры моделирования феномена МБО был заметно расширен фронт исследований, за счет раздельного анализа отношений "дефицитных" организаций с государственными (публичными) и частными "поддерживающими" организациями.

Литература

1. Бурганов Р.А., Осипов А.В. Теоретические основы социально-экономических преобразований в российском обществе. – Казань: КИ РГТЭУ, 2003.
2. Корнаи Я. Дефицит. – М.: Изд-во "Наука", 1990.
3. Корнаи Я. Юридические обязательства, проблема их соблюдения и мягкие бюджетные ограничения. // Вопросы экономики, № 9, 1998.
4. Корнаи Я., Маскин Э., Ролан Ж. Осмысливая феномен мягких бюджетных ограничений. // Вопросы экономики, №11-12, 2004.
5. Осипов А.В., Шаландин В.А. Долговые отношения в транзитивной экономике. – Казань: КГАСУ, 2004.



УДК 338.45:69:625.7

Е.А. Азлина (Московский автомобильно-дорожный институт - государственный технический университет)

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ РАНЖИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА

В настоящее время можно выделить два основных направления развития методик проведения комплексного анализа деятельности организации. Первая разработана Шереметом А.Д., вторая - Капланом Р. и Нуртоном Д. В обеих методиках показатели анализируются по группам, но принципы формирования этих групп различны.

В данной статье предпринята попытка описать принципы формирования ранжированной системы показателей, которая включает в себя различные показатели, всесторонне характеризующие деятельность организации, не разбивая их на отдельные группы. Такая система показателей, сформированная в соответствии с приоритетами в деятельности организации, может дать оценку ее состоянию, а также быть использована для комплексного анализа ее деятельности.

Итак, прежде всего надо упомянуть, что при проведении комплексного анализа необходимо использовать принципы системности и комплексности. Системность требует подходить к объекту как к системе и использовать принцип взаимоувязки экономических показателей, так как основным недостатком традиционного анализа состояния организации является изолированность и нацеленность на один фактор. Системный анализ должен обеспечивать организацию информацией, обуславливающей непрерывность решений, для интеграции принимаемых решений во времени и пространстве, что предполагает согласование различных решений по направлениям и уровням.

Принцип комплексности подразумевает всестороннюю качественно-количественную оценку деятельности организации. Оценка должна строиться на основе позиций интересов самой организации и других участников хозяйственного процесса.

При формировании ранжированной системы показателей (РСП) надо учитывать направление деятельности организации и ее организационную форму. Это обусловлено тем, что при комплексном анализе на основе РСП оценивается работа конкретной организации в конкретной отрасли, при конкретном виде деятельности. Если меняется одно из условий, то меняется структура и состав РСП.

Если выделить в системе дорожного хозяйства заказчиков и подрядчиков и рассмотреть их с точки зрения производства дорожных работ, то можно утверждать, что в настоящее время основная цель у них одна – сохранение и улучшение дорожной сети. При этом заказчик, как правило, является государственным учреждением (это обусловлено тем, что сейчас практически все

финансирование дорожной отрасли происходит из государственного бюджета) и область его интересов заключается в получении, прежде всего, социального эффекта от вложенных средств. Организации, выполняющие подрядные работы, в основном, являются коммерческими, поэтому их основной интерес – получение прибыли.

В этой связи разница в интересах организаций-заказчиков и организаций-подрядчиков обуславливает различия в составе и порядке расстановки приоритетов их деятельности.

В общем случае, формирование РСП следует начать с определения основных направлений деятельности организации, целей, средств их реализации и конечных результатов. Исходя из этого, можно выбрать показатели деятельности организации, которые необходимо включить в состав РСП в соответствии со следующими группами:

- результирующие показатели деятельности;
- показатели, характеризующие объемы работ;
- показатели, характеризующие использованные ресурсы;
- показатели, характеризующие негативные последствия деятельности.

Приведенные группы показателей закономерно использовать именно в том порядке, в котором они представлены, так как последовательность в РСП зависит от желаемых темпов роста и прироста, а сама система показателей характеризует идеальное состояние организации, то есть когда она организует свою работу с наибольшим эффектом в сложившихся внутренних и внешних условиях. Состав показателей в каждой группе зависит уже от конкретной организации.

Успех функционирования и развития отрасли зависит от всех уровней управления и производства. Два важных звена на пути преобразования денежных средств в готовую продукцию в дорожной отрасли – это организации-заказчики и организации-подрядчики. Первые, по сути, являются главными распорядителями выделенного финансирования. На них возлагается ответственная обязанность выбирать подрядчика, следить за качеством работ и распределять имеющиеся средства по работам и исполнителям. От последних зависит качество готовой продукции и сроки ее производства, что сейчас является одним из основных показателей при выборе дорожно-строительных организаций. Таким образом, в первую очередь, имеет смысл сделать комплексную оценку деятельности именно этих



организаций.

При формировании РСРП для заказчика в первую группу включаются показатели, представляющие социально-значимые результаты, потому что для заказчика основным результатом является социальная эффективность, то есть транспортный и внетранспортные эффекты. Там должны быть сосредоточены показатели, характеризующие виды работ, которые надо выполнять в максимально возможном (либо необходимом) объеме, чтобы поддержать эксплуатационное состояние существующих дорог. Во второй группе формируются показатели, относящиеся к дорожным работам, которые направлены на совершенствование и развитие сети дорог: строительство развязок с железнодорожными путями; строительство и реконструкция мостов и путепроводов; строительство подъездов к населенным пунктам, не связанным с общей сетью дорог; капитальный ремонт автомобильных дорог; строительство и реконструкция автомобильных дорог и т.д. Любое производство должно быть своевременно обеспечено качественными ресурсами. В строительстве это особенно важно, так как здесь все работы зависимы друг от друга и связаны сроками исполнения. Поэтому группа, включающая в себя используемые в производстве ресурсы, находится на третьем месте.

Для заказчика, не участвующего непосредственно в строительных работах, должны быть включены показатели, характеризующие трудовые ресурсы, нематериальные активы, состояние расчетов с подрядчиками, а также показатели, характеризующие сеть автомобильных дорог, которая находится в его ведении. Последнее обусловлено тем, что основной задачей заказчика является обеспечение таких транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог, которые обеспечили бы необходимую работу для автомобильного транспорта. Таким образом, автомобильная дорога в этом случае становится средством производства.

Поэтому для заказчика в последнюю группу рационально включать показатели, характеризующие выполнение плана: процент недофинансирования утвержденного плана подрядных работ, объемы незавершенного строительства, процент недоремонта по отношению к установленным межремонтным срокам и их влияние на сроки службы дорожных одежд и т.д.

По отношению к подрядчику последовательность приведенных выше групп сохраняется, но принципиально меняется их состав. В настоящее время подрядные организации являются, в основном, акционерными обществами и их основной целью является получение максимальной прибыли. Оттого, насколько соблюдаются их интересы, зависит и качество производства работ. Исходя из этого, в первую группу могут быть включены показатели, дающие представление о финансовых результатах деятельности организации. Но финансовые результаты подрядчика во многом зависят от того, какой состав работ он выполняет. В этой связи во вторую группу

включаются показатели, характеризующие все виды работ, которые выполняет организация. Последовательность внутри группы зависит от того, в каких целях строится РСРП и кто будет производить оценку: подрядная организация для себя, с целью самостоятельного контроля и планирования своей деятельности, или заказчик, с целью выявления более привлекательной организации среди потенциальных партнеров.

В третью группу входят показатели, характеризующие ресурсы, используемые в производстве. В четвертую – соответственно, показатели, которые могут отрицательно отразиться на общей оценке деятельности организации.

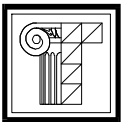
Использование РСРП, составленной по выше приведенным принципам, удобно тем, что в каждой группе существует своя приоритетность. Это позволяет сформировать линейную ранжированную систему показателей, в которой необходимо лишь определить последовательность их расположения. Разработанная ранжированная система показателей (РСРП) может трансформироваться в тех случаях, когда есть необходимость усовершенствовать или изменить систему. В этом случае она требует не полной ликвидации, а лишь внесения необходимых изменений.

Оценка фактических приоритетов в деятельности той или иной организации возможна путем расчета фактических темпов измерения каждого из показателей, включенных в РСРП, и установления ранга, то есть места каждого показателя по темпу его роста.

Мера соответствия фактических приоритетов приоритетам, установленным в РСРП, может служить обобщенной количественной оценкой функционирования организации и направленности ее развития.

Литература

1. Сыроежин И.М. Совершенствование системы показателей эффективности и качества. – М.: Экономика, 1982. – 192 с.
2. Митаишвили Р.С. Система показателей хозяйственной деятельности на пассажирском автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1987. – 87 с.
3. Богатко А.Н. Основы экономического анализа хозяйствующего субъекта. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 208 с.
4. Боумен К. Основы стратегического менеджмента. Пер. с англ. – М.: ЮНИТИ, 1997.
5. Стратегический менеджмент в строительстве: Учеб. пособие / Куприянов Н.С., Михненко О.В., Щербакова Т.С. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 336 с.
6. Шеремет А.Д. Теория экономического анализа: Учебник. – 2-е изд., доп. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 366 с.
7. Мейер, Маршал В. Оценка эффективности бизнеса. Пер. с англ. Корсунский А.О. – М.: ООО "Вершина", 2004. – 272 с.



УДК 378.2, 378, ББК 74.58

А.Б. Адельшин, А.А. Барлев, Ж.С. Нуруллин, Л.Р. Хисамеева, А.А. Адельшин

КОМПЛЕКС МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДЕЛИРУЕМЫХ УСТАНОВОК СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ С КОМПЬЮТЕРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Лабораторный комплекс относится к области средств обучения и техническим средствам новых информационных технологий обучения и направлен на изучение техники, технологии и автоматического управления систем водоснабжения.

Комплекс (рис.1) представляет собой многофункциональную автоматизированную учебно-исследовательскую лабораторию "Водоснабжение" и направлен на повышение эффективности, совершенствование и интенсификацию учебного процесса по изучению и освоению инженерно-технических дисциплин специальности 290800 "Водоснабжение и водоотведение", а именно "Водоснабжение", "Насосы и насосные станции", "Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения".

Лаборатория выполнена в виде технологически, гидравлически и гидродинамически взаимосвязанных моделей технологических аппаратов и блоков водоперекачки, водоочистки и водоподготовки, образующих систему водоснабжения.

В лаборатории возможно проведение исследований как на отдельных аппаратах и блоках, так и всей системе водоснабжения в целом.

При проведении исследований по перекачке вода из резервуара 2 насосами 1 насосной станции первого подъема по напорным водоводам 5,6 перекачивается в промежуточный резервуар исходной воды водоочистной станции 9. Блок водоочистной станции работает от насосной станции второго подъема 10, который подает исходную воду на обработку из промежуточного резервуара 9 в технологические аппараты и блоки водоподготовки, включающие: камеру хлопьеобразования 11, горизонтальный отстойник 12, воздухоотделитель 13, осветлитель со слоем взвешенного осадка 14, безнапорный скорый фильтр 15, напорный фильтр 16, который может работать в режиме скорого или сверхскоростного фильтрования, аппарат обеззараживания воды 17, резервуары осветленной 18, чистой 19 и сточной 20 вод и осадка 21. В состав очистной станции также входит блок реагентного хозяйства по приготовлению и дозированию реагентов для обработки воды 22-25. Для интенсификации процессов приготовления реагентов и для водовоздушной промывки напорного фильтра предусмотрена воздушная установка 26.

Напорные водоводы 5,6 проложены в две нитки и

снабжены узлами аварийного переключения – блокировками 3,4 (КП-I, КП-II), каждый из которых снабжен трубопроводом сброса воды 7,8, моделирующими аварийные ситуации в системе транспорта воды.

Резервуары 9,18 снабжены погружными насосами и распределительным устройством для перемешивания воды с целью усреднения концентрации заданного состава.

Модель горизонтального отстойника 12 выполнена в виде гидравлического лотка с прозрачными боковыми стенками. С одной стороны модели производится подсветка потока, а с другой - накладываются прозрачные съемные сетчатые кассеты для визуального изучения и фиксации опытных данных, например, для построения кинематической схемы течения движения подкрашенного потока воды в модели и фиксирования его формы и размеров на сетке кассеты или изучения процесса седиментации взвешенных веществ.

Модель горизонтального отстойника выполнена с возможностью изменения размеров модели, снабжена подвижными съемными отражателями, дырчатой перегородкой и дырчатым дном. Высотное положение дырчатого дна над системой сбора осадка и его уклон в продольном направлении можно изменять и фиксировать.

Модель осветлителя со взвешенным осадком 14 выполнена с прозрачной передней стенкой и снабжена съемной сетчатой кассетой. Задняя стенка всех трех коридоров модели осветлителя снабжена световыми окнами и подвижными блоками подсветки.

Модель скорого безнапорного фильтра 15 выполнена с прозрачной передней стенкой с нанесением на нее координатной сетки и снабжена подсветкой, расположенной в надзагрузочном пространстве фильтра.

Модель напорного фильтра 16 снабжена прозрачным окном с координатной сеткой и съемным вертикальным чашечным устройством, прикрепленным к крышке фильтра. Напорный фильтр может также работать и в режиме сверхскоростного фильтрования.

Все аппараты и установки снабжены необходимыми информационными преобразователями уровня, давления и качественных показателей воды, а также управляемой запорно-регулирующей арматурой, образующими автоматизированную систему управления технологическими процессами с центральным диспетчерским пунктом 27 на базе ПЭВМ и мнемосхемой,

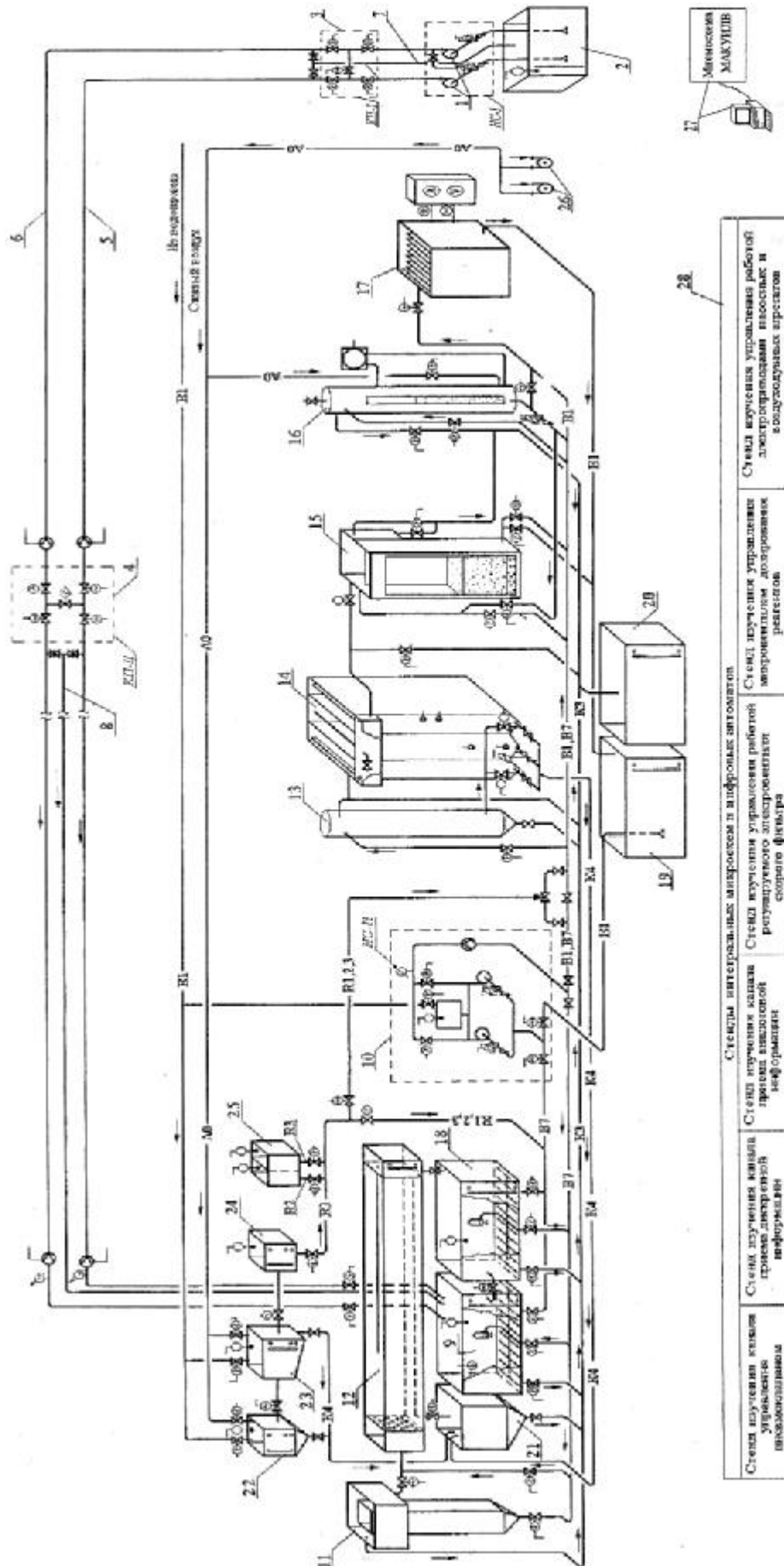


Рис. 1. Схема лабораторного комплекса системы водоснабжения с компьютерным управлением

1 – насосная станция I подъема; 2 – резервуар сходной воды; 3,4 – камеры переключения; 5,6 – напорные водоводы; 7,8 – трубопроводы сброса воды; 9 – промежуточный резервуар; 10 – насосная станция II подъема; 11 – камера хлорирования; 12 – горизонтальный отстойник; 13 – воздушный отстойник; 14 – осветлитель со взвешенным осадком; 15 – скорый безнапорный фильтр; 16 – напорный фильтр; 17 – установка обеззараживания воды “Поток”; 18,19,20 – резервуары осветленной, чистой и сточной воды; 21 – резервуар осадка; 22,23 – растворный и расходный баки коагулянта; 24,25,26 – баки-дозаторы коагулянта, флокулянта и щелочи; 27 – диспетчерский пункт; 28 – стенд интегральных микросхем и цифровых автоматов. Трубопроводы: А0 – сжатого воздуха; В1, В7 – чистой и исходной воды; К3, К4 – сточной воды и осадка; Р1, Р2, Р3 – растворов коагулянта, флокулянта и щелочи



работающей в режиме реального времени.

Для изучения интегральных микросхем и цифровых автоматов, используемых в системе автоматического контроля и управления процессами водоочистки и водоподготовки, в составе комплекса имеется комплект стендов 28.

Система автоматического контроля и управления от ПЭВМ выполнена по радиально-последовательному принципу с размещением блоков сопряжения непосредственно около объектов с возможностью ручного и автоматического режимов управления технологическими процессами водоснабжения и при этом каждый режим управления выполнен в двух вариантах: с применением релейно-контактных элементов и интегральных микросхем и микропроцессорной цифровой техники.

Пульт диспетчера может выполнять также функцию тренажера для приобретения практических навыков по управлению системой водоснабжения при подготовке диспетчеров и инженеров по эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения.

Обмен информацией между объектами системы и управляющей ПЭВМ производится на базе интерфейсов 323/485 по двухпроводной линии связи – телефонной связи.

Работа системы контроля, управления и состояние технологического оборудования отражается на экране монитора ПЭВМ и дублируется мнемосхемой в режиме реального времени.

Система управления комплексом выполнена на современных технических средствах фирмы Octagon Systems (США) и графической системы TRASE MODE версии 4.20 для разработки графической системы.

Учебный комплекс позволяет студентам и аспирантам специальности 290800 теоретически и практически изучать и исследовать работу моделируемых технологических установок, принципы автоматизации приготовления и дозирования реагентов для обработки воды, работу насосных станций с регулируемым электроприводами, позволяющими изменять динамические параметры работы насосных агрегатов.

На комплексе возможно моделирование и изучение более 30 различных технологических схем перекачки и обработки воды с управлением в ручном или автоматическом режимах, в том числе:

- изучение и исследование гидродинамических и технологических параметров работы установок, аппаратов при различных режимах, конструктивных параметрах и геометрии, путем инструментальных измерений, визуального наблюдения и видеосъемки;

- исследовать и фиксировать расходно-напорные характеристики насосных агрегатов для нахождения оптимального режима совместной работы насосов и водоводов при нормальной и аварийной схемах работы;

- изучать устройства и приборы контроля и управления работой технологических аппаратов и сооружений, выполненных на элементах цифровой техники;

- изучать схемы автоматического и ручного управления технологическими установками с контролем работы схем на мониторе ПЭВМ и мнемосхеме в режиме реального времени;

- изучать принцип действия, элементную базу автоматического поиска и выбора оптимальной технологической схемы в зависимости от количественных, качественных и режимных параметров исходной воды, поступающей на обработку;

- изучать схемы контроля и оперативного оповещения диспетчера с указанием аварийного участка на водоводах;

- исследовать схемы запуска насосов и контроля за их нормальной работой;

- исследовать системы автоматического управления работой насосной станции с насосами с регулируемым электроприводами и проводить сравнительные исследования по энергоресурсосбережению и стоимости подачи воды потребителю;

а) при ступенчатой почасовой работе насосной станции, базирующейся на программном управлении без обратной связи;

б) по интегральному графику подачи воды, автоматизированная система управления которым основана на жесткой обратной связи с контролем напора в диктующей точке датчиком давления, применение которого позволяет экономить потребляемую электроэнергию, по сравнению со ступенчатой работой насосной станции.

Достоинством комплекса является то, что он позволяет многократно расширить дидактические возможности при освоении специальных инженерно-технических дисциплин: углубить обучение, повысить эффективность и интенсифицировать учебно-познавательный процесс изучения специальных инженерно-технических дисциплин в условиях моделирования реальных систем водоснабжения и автоматизации процессов перекачки и очистки воды; решить задачи распознавания и анализа объектов, ситуаций, процессов систем водоснабжения; создать оптимальные условия для реализации государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 290800 “Водоснабжение и водоотведение”.

Комплекс не имеет аналогов в вузах России и странах ближнего зарубежья и защищен патентом РФ.

Решением учебно-методического объединения Министерства образования РФ лаборатория рекомендована к тиражированию.

Литература

1. Адельшин А.Б., Барлев А.А., Нуруллин Ж.С., Хисамеева Л.Р., Адельшин А.А. Патент РФ № 2248942, Бюл. №19, 27.03.2005.



УДК 628.1.032(470.41)

А.Н. Иمامеев, А.Б. Адельшин

КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СПАССКОГО РАЙОНА РТ

Спасский район расположен у впадения р. Камы в р. Волгу. Территория района находится на II надпойменной террасе рек Волги и Камы, которая представляет собой равнину, осложненную блюдцеобразными понижениями, овражно-балочной сетью и речными террасами. Левый берег рек Камы и Волги пологий и низменный, окаймленный широкой затопленной поймой с множеством островов. Климат умеренный, континентальный. Основной отраслью народного хозяйства является сельскохозяйственное производство. Райцентр г. Булгар и прилегающая к нему территория являются историко-архитектурным памятником Волжской Булгарии.

Основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения являются подземные воды. Пресные подземные воды приурочены к зоне активного водообмена, которая расположена выше гипсангидритовой толщи сакмарского яруса. В зоне активного водообмена расположены 6 гидрогеологических подразделений, выделенные согласно "Сводной легенде к Государственной гидрогеологической карте России масштаба 1:200000, Средне-Волжская серия":

- 1) локально водоносный четвертичный эллювиально-делювиальный и делювиально-солифлюкционный горизонт;
- 2) водоносный нижнечетвертично-современный аллювиальный и аллювиально-флювиогляциальный комплекс;
- 3) водоносный плиоценовый терригенный комплекс;
- 4) слабоводоносная, локально водоносная нижеуржумская карбонатно-терригенная свита;
- 5) водоносная, локально-водоносная карбонатно-сульфатная верхнеказанская свита;
- 6) водоносная, локально-слабоводоносная карбонатная нижеказанская свита.

Территория Спасского района приурочена к Волго-Сурскому бассейну пластовых вод, который входит в состав Восточно-Русского артезианского бассейна I порядка.

Локально водоносный четвертичный аллювиально-делювиальный и делювиально-солифлюкционный горизонт приурочен к супесям и пескам, залегающим на склонах водоразделов и террас. Глубина их залегания 1-10 м, мощность горизонта 0,5-2 м. Режим зависит от количества осадков. Горизонт залегает на водоупорных глинах. Источников мало и они малodeбитны, менее 0,06 л/с. Родники представлены в виде мочажин в

подножье склонов. Коэффициенты фильтрации супесей 0,1-0,3 м/сут, песков до 2 м/сут. Воды горизонта пресные гидрокарбонатно-натриевого и сульфатно-натриевого типов по классификации В.А.Сулина [1], гидрокарбонатного магниево-кальциевого состава по ОСТ 41-05-263-86 [2]. Водоносный горизонт слабо защищен с поверхности, поэтому вода содержит повышенное количество железа и нитратов. Подземные воды горизонта используются населением колодцами глубиной до 10 м.

Водоносный нижнечетвертично-современный аллювиальный и аллювиально-флювиогляциальный комплекс широко развит на левобережье Куйбышевского водохранилища и приурочен к палеодолинам рек, пойме рек Волги и Камы и надпойменным террасам. Четвертичные аллювиальные осадки залегают на эродированной поверхности пермских пород на западе и на неогеновых отложениях на востоке и юге района, где последние выполняют палеодолину р. Камы. Водоносные горизонты комплекса залегают первыми от поверхности и являются грунтовыми. Подземные воды комплекса являются условно защищенными. Водовмещающими породами являются разнoзернистые кварцевые пески с гравием и галькой кремнистых пород мощностью 45-71,5 м. На западе района четвертичный аллювиальный комплекс состоит из трех частей. Кровля верхней пачки, сложенной в верхней части слоем водоносных песков мощностью 5-10 м, залегает на абсолютных отметках 53-66 м. Коэффициент фильтрации песков составляет 9,0 м/сут. Зона аэрации над ним 15-30 м. Нижняя часть пачки представлена слоем слабопроницаемых глин, суглинков, супесей мощностью от 2 до 10 м. Подошва пачки залегает на глубине 5-30 м, что соответствует абсолютным отметкам 45-50 м.

Средняя часть комплекса сложена не выдержанными по мощности и простираию слоями глинистых пород общей мощностью 10 м. Нижняя часть комплекса сложена водоносными разнoзернистыми песками мощностью 27-38 м и коэффициентом фильтрации 2-17 м/сут. Кровля нижнего слоя находится на глубине 20-40 м, что соответствует абсолютным отметкам 35-45 м, подошва – в интервале 62-83 м, что соответствует абсолютным отметкам 10 (-10) м. Водообильность песков неравномерна. Дебиты скважин составляют порядка 25 л/с при понижении уровня воды 5-7 м, удельные дебиты 3,5-5 л/с при бурении ударно-канатным способом с промывкой



водой. При роторном бурении с промывкой буровым раствором удельные дебиты 0,2-0,5 л/с. Водопроницаемость песков в районе г. Булгар 100 м²/сут. Поток подземных вод направлен к Куйбышевскому водохранилищу. По условиям залегания и типу циркуляции воды комплекса порово-пластовые. Подземные воды этого слоя обладают напором 7-17 м. Пьезометрический уровень при этом устанавливается на 0,6-0,8 м ниже уровня воды верхнего водоносного горизонта. На востоке и юге района, где четвертичные отложения подстилаются плиоценовыми, преимущественно глинистыми породами, условия залегания водоносных горизонтов, их водообильность и состав воды сходны с западной частью.

По химическому составу воды комплекса преимущественно гидрокарбонатно-натриевого типа, меньше сульфатно-натриевого (табл.). Подземные воды гидрокарбонатно-натриевого типа пресные при общей жесткости до 7 ммоль/дм³. В ионном составе преобладают воды гидрокарбонатного состава с разным содержанием главных типобразующих катионов. Содержание нитратов 0,1-17,4 мг/л, железа – от 0,05 до 4,95 мг/л. Число проб с содержанием железа более 0,3 мг/л составляет 16% от общего количества проб с водой гидрокарбонатно-натриевого типа. Воды сульфатно-натриевого типа имеют более пестрый состав. Чаще встречаются гидрокарбонатно-сульфатные магниевые-натриево-кальциевые при минерализации от 0,61 до 1,20 г/дм³ и общей жесткости 5,20 – 11,48 ммоль/дм³. Содержание нитратов в них 0,1 – 29,8 мг/дм³, железа до 0,3 мг/дм³, и только в одной пробе 0,36 мг/дм³. Одна проба имеет воду хлор-магниевого типа гидрокарбонатного магниевое-кальциевого состава с минерализацией 0,53 г/дм³ и общей жесткостью 6,84 ммоль/дм³. При залегании на карбонатных отложениях верхнеказанского подъяруса воды комплекса имеют повышенную минерализацию и жесткость вследствие подтока подземных вод из казанских пород. В анионном составе наблюдается повышение содержания сульфатов и они становятся преобладающими.

Питание верхнего водоносного горизонта за счет инфильтрации атмосферных осадков и подтока из нижележащих горизонтов. Разгрузка происходит в русло рек Волги и Камы и нижележащие горизонты. Нижний водоносный горизонт является основным источником водоснабжения г. Булгар.

Водоносный плиоценовый тирригенный комплекс развит на востоке и юге района. Лимногенно-аллювиальные отложения плиоцена заполняют палеодолины рек и палеоложе полузамкнутых водоемов. Представлены они в основном глинами с прослоями песка, алевроита, песчаников общей мощностью до 150 м. Водовмещающими породами являются разнородные пески и базальные гравийно-галечные отложения. Пески мощностью 0,5-4 м в виде

не выдержанных по простираанию и мощности слоев залегают среди глинистых пород плиоцена. Наиболее водообильными являются гравийно-галечные отложения. Водоносные горизонты, залегающие в кровле, гидравлически связаны с четвертичными аллювиальными горизонтами и образуют единый комплекс.

Глубина залегания водоносных горизонтов от 15 до 80 м. При мощности плиоценовых пород до 100 – 150 м обводнено 5-30 м. Водообильность и режим зависят от количества осадков. Комплекс условно защищен от загрязнения сверху. Дебиты скважин 0,2-1,5 л/с при понижении 2 – 10 м, удельные дебиты 0,01-0,3 л/сек. Коэффициенты фильтрации песков 2-11 м/сут. Подземные воды комплекса гидрокарбонатно-натриевого и сульфатно-натриевого типов, реже хлор-магниевого. Виды гидрокарбонатно-натриевого типа имеют минерализацию 0,21-0,62 г/дм³, преимущественно гидрокарбонатный магниевое-кальциевый состав при общей жесткости 1,90-6,46 ммоль/дм³. Содержание железа от 0,05 до 0,3 мг/дм³, и только в одной пробе 0,63 мг/дм³, а нитратов 0,1-24,28 мг/дм³. Воды сульфатно-натриевого типа также пресные. Состав их преимущественно гидрокарбонатный магниевое-кальциевый. Величина общей жесткости в основном не превышает ПДК. Для них характерно присутствие нитратов от 15,38 до 33,23 мг/дм³, в двух пробах превышает ПДК – 60,00 и 60,53 мг/дм³. Воды хлор-магниевого типа имеют пестрый состав, минерализация их 0,53-1,11 г/дм³, общая жесткость 6,65-14,06 ммоль/дм³. Содержание нитратов от 30,46 до 80,77 мг/дм³. Питание водоносных горизонтов плиоценовых отложений атмосферными осадками и подтоком вод из нижележащих горизонтов. Разгрузка происходит в русло рек Волги и Камы и борта палеодолины и нижележащие горизонты.

Слабоводоносная локально-водоносная нижеуржумская карбонатно-терригенная свита распространена повсюду, кроме северной части района, примыкающей к Куйбышевскому водохранилищу, где уржумские отложения размыты. Водовмещающими породами являются трещиноватые песчаники, которые залегают в виде не выдержанных по мощности и простираанию линзовидных слоев среди глин и мергелей. Мощность их 2-4 м. Глубина залегания 45-100 м. Подземные воды свиты обладают напором, величина которого составляет 12-30 м. По условиям залегания и циркуляции воды являются порово-трещинно-пластовыми. Водоносные горизонты защищены от поверхностного загрязнения слоями глин. Водообильность их невысокая и непостоянная. Удельные дебиты скважин от 0,01 до 0,15 л/с, коэффициент фильтрации песчаников 0,5-0,6 м/сут, водопроницаемость 1-19 м²/сут.

Воды свиты преимущественно гидрокарбонатно-натриевого типа, реже сульфатно-натриевого. Минерализация до 1 г/дм³, общая жесткость до 13



Таблица

**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ
СПАССКОГО РАЙОНА РТ**

Гидрогеологическое подразделение	Тип воды по В.А. Сумину	Минерализация, г/дм ³	Общая жесткость, ммоль/дм ³	Железо общее, мг/дм ³	Нитраты, мг/дм ³	Ионный состав воды по ОСТ 41-05-263-86, %
1	2	3	4	5	6	7
Водоносный нижнечетвертично-современный аллювиальный и аллювиально-флювиогляциальный комплекс – а, аQ ₁ – IV	Гидро-карбонатно-натриевый – 30%	0,22-0,69 до 0,05=11,1% 0,5-1,0=18,9%	2,09-6,46	0,05-4,95 > 0,3 –=5%	0,1-17,4	HCO ₃ – Mg-Na-Ca – 8,9 HCO ₃ – Mg - Ca – 6,7 HCO ₃ – Na – Mg - Ca – 5,5 HCO ₃ – Na - Ca – 3,3 HCO ₃ – Ca -Na – 1,1 HCO ₃ – Na-Ca – 1,1 HCO ₃ – Na-Ca – Mg – 1,1 SO ₄ - HCO ₃ – Mg-Ca – 1,1 SO ₄ - HCO ₃ – Mg- Na - Ca – 1,1
	Сульфатно-натриевый – 10%	0,61-1,20 до 1,0-5,5% > 1,0-4,4%	5,20-11,48 до 7,0-3,3% >7,0-7,8%	0,05-0,36 более 0,3-1,1%	0,1-29,8	HCO ₃ - SO ₄ – Mg- Na - Ca – 4,4 HCO ₃ – Mg- Ca – 1,1 HCO ₃ – Na - Mg- Ca – 1,1 HCO ₃ – SO ₄ - Na - Ca – 1,1 SO ₄ - HCO ₃ – Na - Ca – 1,1 SO ₄ - HCO ₃ – Na - Mg - Ca – 1,1
	Хлор-магниевый – 1,1%	0,53	6,84			HCO ₃ – Mg- Ca – 1,1
Водоносный плиоценовый терригенный комплекс N ₂	Гидрокарбонатно-натриевый – 17,8%	0,21-0,62	1,90-6,46	0,05-0,63 >0,3-1,1%	0,1-24,28	HCO ₃ – Mg- Ca – 13,3 HCO ₃ – Mg- Na - Ca – 2,2 HCO ₃ – Na - Ca – 1,1 HCO ₃ – Na - Mg - Ca – 1,1
	Сульфатно-натриевый – 13,3%	0,38-1,33	2,66-9,88 до 7-10% >7-3,3%		0,1-60,53 >45-2,2%	HCO ₃ – Mg- Ca – 7,8 HCO ₃ – Mg- Na - Ca – 1,1 HCO ₃ - SO ₄ - Ca – Mg – 1,1 HCO ₃ – SO ₄ - Ca – Mg- Na – 1,1 SO ₄ - HCO ₃ – Na - Mg- Ca – 1,1 SO ₄ - HCO ₃ – Ca – Na – 1,1
	Хлор-магниевый – 3,3%	0,53-1,11	6,65-14,06		30,46-80,77	HCO ₃ – Mg- Ca – 2,2 Cl - HCO ₃ – Mg- Ca – 1,1
Слабоводоносная, локально-водоносная нижеуржумская карбонатно-терригенная свита P ₂ и _{г1}	Гидрокарбонатно-натриевый – 6,7 %	0,32-0,62	3,42-6,65	0,05-1,22		HCO ₃ – Mg- Ca – 6,7
	Сульфатно-натриевый – 1,1%	0,57	6,46		30,79	HCO ₃ – Mg- Ca – 1,1
Водоносная, локально-слабоводоносная карбонатно-сульфатная верхнеказанская свита – P ₂ kz ₂	Гидрокарбонатно-натриевый – 10%	0,50-0,83	4,67-6,84		0,1-13,30	HCO ₃ – Mg- Ca – 3,3 HCO ₃ – Na - Ca – 2,2 HCO ₃ – Mg- Na - Ca – 2,2 HCO ₃ – Na - Mg – 1,1 HCO ₃ – Na - Mg- Ca – 1,1
	Сульфатно-натриевый – 1,1 %	2,41	24,96	0,34		SO ₄ - Mg- Na - Ca – 1,1
	Хлор-магниевый – 1,1%	0,90	11,40		102,60	HCO ₃ – Mg- Ca – 1,1
Водоносная, локально-слабоводоносная карбонатная нижеказанская свита – P ₂ kz ₁	Сульфатно-натриевый – 1,1%	2,57	33,06	10,20		SO ₄ - Mg - Ca – 1,1

ммоль/дм³, содержание железа от 0,05 до 1,22 мг/дм³. Воды в основном гидрокарбонатные магниевые. На участках развития гипсоносных пород (с. Войкино) минерализация повышена до 2 г/дм³, соответственно в анионном составе начинают преобладать сульфаты. Питание водоносных горизонтов свиты за счет перетоков из выше- и нижележащих горизонтов, разгрузка в палеодолины рек Камы и Волги. Используются воды свиты совместно

с водами неоген-четвертичных отложений.

Водоносная, локально-водоносная карбонатно-сульфатная верхнеказанская свита распространена на всей изученной территории, кроме современного и палеовреза рек Волги и Камы, где она размыта. Кровля верхнеказанских отложений залегает на глубине 50-150 м, что соответствует абсолютным отметкам 20 – (-130) м. Водовмещающими породами являются трещиноватые и закарстованные известняки и доломиты мощностью



2,3-10 м. Общая мощность верхнеказанских отложений 25-40 м. Верхним водоупором является глины и гипсы, залегающие в кровле свиты, нижним – слой гипса мощностью 8-20 м в подошве верхнеказанского подъяруса. По условиям залегания и циркуляции воды трещинно-карстово-пластовые. Водообильность пород различная и зависит от их трещиноватости. Дебиты скважин от 0,1 до 2 л/с.

В Куйбышевском водохранилище, в приустьевой части р. Актай, находится крупный останец верхнепермских пород. В прибортовой части останца в верхнеказанских отложениях скважины глубиной 30-47 м в селах Измери, Вожи имеют дебит 0,6-5 л/с при понижении 2-7 м. Минерализация воды здесь за время эксплуатации повысилась от 0,4 до 1,0 г/дм³. Замечено, что с глубиной минерализация и жесткость подземных вод верхнеказанских отложений повышается. Южнее, в долине р. Бездна, в селах Красная Слобода, Куралово, Гулюще, Ямбухтино, Щербеть, подземные воды комплекса дренируются палеодолиной рек Камы и Волги. На это указывает повышенная минерализация и сульфатный состав подземных вод четвертичных отложений. В южной части района, где слои верхнеказанских отложений имеют падение к центральной части Меленесской впадины, водоносная свита залегает на глубине 125-150 м и практического значения не имеет. Подземные воды свиты преимущественно гидрокарбонатно-натриевого типа, реже сульфатно-натриевого и хлор-магниевого. Минерализация вод гидрокарбонатно-натриевого типа до 1 г/дм³, состав их гидрокарбонатный магниевонатриево-кальциевый. Величина общей жесткости до 10 ммоль/дм³. Минерализация вод сульфатно-натриевого и хлор-магниевого типов достигает 2,5 г/дм³, величина общей жесткости превышает ПДК. Отмечены повышенные содержания железа и нитратов. Питание их за счет перетоков из выше- и нижележащих слоев, разгрузка в соседние водоносные горизонты, в частности, в водоносный комплекс четвертичных отложений.

Водоносная, локально слабоводоносная карбонатная нижнеказанская свита распространена повсеместно. Общая мощность нижнеказанских пород 30-52 м. Водовмещающими породами являются трещиноватые, закарстованные известняки и доломиты. По типу циркуляции и водообильности воды трещинно-карстово-пластового типа. Водообильность пород неравномерная. Удельный дебиты скважин составляют 0,2-0,5 л/с, водопроводимость 1-3 м²/сут. Воды напорные, высота напора до 70 м. Воды свиты защищены от поверхностного загрязнения вышележащими слоями водоупорных пород. По химическому составу воды сульфатно-натриевого и хлор-магниевого типов сульфатного, хлоридно-сульфатного кальциевого, магниевонатриево-кальциевого, магниевонатриевого состава с минерализацией до 5,0 г/дм³. Питание и разгрузка водоносных горизонтов за

счет перетоков в соседние горизонты.

Зона пресных вод в Спасском районе составляет до 50 м на севере, у устья р. Бездна, где четвертичные отложения залегают на верхнеказанских. При залегании их на нижеуржумских породах мощность зоны пресных вод увеличивается до 100 м, а в палеодолине р. Камы, заполненной плиоценовыми отложениями – до 150 м. Ниже залегают воды повышенной минерализации и жесткости. Общие прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения, по данным “Татводпроекта”, составляют 142,75 тыс. м³/сут. Из них ресурсы водоносных плиоценового и четвертичного комплексов – 96,5%, нижеуржумской свиты – 0,3%, верхнеказанской – 3,2%. Прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод составляют 220,90 тыс. м³/сут, в том числе пресных 218,10 тыс. м³/сут. Модуль прогнозных эксплуатационных ресурсов 1,26 л/с·км². Современный водоотбор подземных вод по Спасскому району 16690 м³/сут или 193,2 л/с. Модуль современного водоотбора 0,10 л/с·км². Эти цифры однозначно указывают, что прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения на порядок превышают современный водоотбор. Район является надежно обеспеченным прогнозными эксплуатационными ресурсами пресных подземных вод. Обеспеченность подземными водами, соответствующими требованиям СанПиН 2.1.4.559-96, по району, по данным МЭПР, составляет 30% [3]. Но вследствие слабой защищенности подземных вод неоген – четвертичных аллювиальных отложений в них местами присутствуют возбудители инфекционных заболеваний. Так, в 2002 г. число проб, в которых обнаружены возбудители, составило 6,6%.

На изученной территории формируются преимущественно пресные подземные воды гидрокарбонатно-натриевого типа (64,5% обследованных скважин). В меньшей степени распространены воды сульфатно-натриевого типа на севере в бассейне нижнего течения р. Бездна и на юге в бассейне верхнего течения р. Утка. Состав их гидрокарбонатный, гидрокарбонатно-сульфатный, сульфатный, сульфатно-гидрокарбонатный, преимущественно магниевонатриево-кальциевый.

В отдельных скважинах встречаются воды хлор-магниевого типа. В бассейне верхнего течения р. Утка выделен участок развития вод данного типа. Появление их связано с загрязнением поверхностными стоками. На это указывает повышенное содержание нитратов в подземных водах на этом участке. По ионному составу преобладают воды гидрокарбонатного состава. В северной части района на площади развития верхнеказанских отложений формируются воды сульфатно-гидрокарбонатного и гидрокарбонатно-сульфатного состава, что вызвано разгрузкой вод повышенной минерализации из верхнеказанской свиты.



Воды повышенной минерализации также встречаются в скважинах, расположенных в селах Кузнечиха и Иске Рязап. На остальной территории Спасского района расположены пресные подземные воды.

На большей части района общая жесткость подземных вод не превышает ПДК. Воды с содержанием общей жесткости более 7 ммоль/дм³ приурочены к участкам распространения вод повышенной минерализации. В большинстве проб воды, отобранных сотрудниками РГГП "Татарстангеология" в 1999 г., содержание железа меньше ПДК. Воды с содержанием железа свыше 0,3 мг/дм³ встречаются в отдельных скважинах без видимой связи с условиями их формирования, но встречаются они преимущественно в водах гидрокарбонатно-натриевого типа. Содержание нитратов редко превышает ПДК. Из 90 обследованных скважин только в 4-х имеются нитраты с содержанием более 45 мг/дм³ в селах Ямбухтино, Иж-Борискино, Нов.Баран, Иске Рязап, что, по-видимому, связано с поверхностным загрязнением, так как в зоне активного водообмена нет условий для формирования нитратов.

В заключение, можно сделать следующие выводы:

- основные прогнозные эксплуатационные ресурсы

подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения сосредоточены в неоген-четвертичных отложениях;

- Спасский район является надежно обеспеченным прогнозными ресурсами пресных подземных вод;

- на большей части территории района распространены подземные воды гидрокарбонатно-натриевого типа, наиболее мягкие по составу и благоприятные для человеческого организма;

- мощность зоны развития пресных вод составляет 50-150 м, что позволяет организовать их добычу неглубокими скважинами.

Литература

1. Сулин В.А. Условия образования, основы классификации и состав природных вод, в частности, вод нефтяных месторождений. Ч.1. – Образование и основы классификации природных вод. – М.: Изд-во АН СССР, 1948. – 139 с.
2. Отраслевой стандарт. Воды подземные. Классификация по химическому составу и температуре. ОСТ 41-05-263-86. – М: ВСЕГИНГЕО, 1986. – 12 с.



УДК 532.5

К.В. Кириллин, Д.А. Петрова, С.И. Филиппов

ОБТЕКАНИЕ КРУГОВОГО ЦИЛИНДРА В ОТКРЫТОМ КАНАЛЕ

Рассмотрим поток идеальной несжимаемой весомой жидкости плотности ρ . Поток, в котором находится круговой цилиндр C , имеет свободную поверхность и ограничен снизу дном на глубине H . В системе координат (рис. 1), связанной с контуром, течение плоскопараллельное, установившееся, потенциальное. Скорость потока на бесконечности равна $-U_0$.

Согласно заимствованному из физики закону Лапласа, увеличение давления при пересечении поверхности жидкости пропорционально средней кривизне этой поверхности, то есть

$$p - p_0 = \alpha \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right), \quad (1)$$

где p – давление внутри жидкости, p_0 – постоянное атмосферное давление, R_1, R_2 – главные радиусы кривизны поверхности, которые будут положительны, если соответствующий центр кривизны находится внутри жидкости, α – коэффициент поверхностного натяжения, величина которого зависит от температуры и физических свойств жидкости. Для плоских движений $R_2 = \infty$ и в формуле (1) имеет место только первое слагаемое, которое для волн малой амплитуды равно $-\alpha \partial^2 \eta / \partial x_1^2$, где $\eta(x_1)$ – возвышение свободной поверхности.

Из интеграла Бернулли и условия, что частица жидкости, принадлежащая ее поверхности, остается все время движения на поверхности, получим следующие граничные условия для потенциала вызванных

скоростей:

$$U_0 \frac{d\eta}{dx_1} + \frac{\partial \phi}{\partial y_1} = 0, \quad \eta = \frac{U_0}{g} \frac{\partial \phi}{\partial x_1} + \frac{\alpha}{\rho g} \frac{d^2 \eta}{dx_1^2} \quad (2)$$

Введем функцию тока $\psi(x_1, y_1)$, соответствующую потенциалу $\phi(x_1, y_1)$, тогда первое условие (2) можно записать в виде

$$U_0 \frac{d\eta}{dx_1} = \frac{\partial \psi}{\partial x_1} \quad \text{при} \quad y_1 = 0.$$

Интегрируя его, получим

$$\eta = \frac{1}{U_0} \psi(x_1, 0). \quad (3)$$

Подставив (3) во второе условие (2), найдем

$$\frac{\alpha}{\rho g} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x_1^2} + \frac{U_0^2}{g} \frac{\partial \phi}{\partial x_1} - \psi = 0 \quad \text{при} \quad y_1 = 0. \quad (4)$$

Введем комплексный потенциал течения $W(z_1) = \phi(x_1, y_1) + i\psi(x_1, y_1)$, тогда условие (4) можем записать в виде

$$\operatorname{Re} \left(\frac{\alpha}{\rho g} \frac{d^2 W}{dz_1^2} - \frac{U_0^2}{g} \frac{dW}{dz_1} - iW \right) = 0, \quad y_1 = 0. \quad (5)$$

На цилиндре C выполняется условие

$$\operatorname{Im} W(z_1) = U_0 y_1 + \psi_0, \quad z_1 \in C, \quad \psi_0 = \text{const.}$$

На дне канала

$$\operatorname{Im} (dW / dz_1) = 0 \quad (y_1 = -H).$$

Кроме того, должны выполняться условия на бесконечности, обеспечивающие ограниченность скоростей возмущений вне окрестности C , и условие излучения волн. Условие излучения будем задавать в соответствии с практическими наблюдениями. Согласно практическим наблюдениям более длинные волны, в образовании которых главную роль играет весовость, развиваются за телом, а более короткие волны, связанные по преимуществу с капиллярностью, распространяются вверх по течению [1]. Отметим, что в противовес чисто капиллярным и чисто гравитационным волнам смешанные волны существуют только при числах Фруда $Fr \geq Fr^*$, где Fr^* – некоторое минимальное, отличное от нуля,

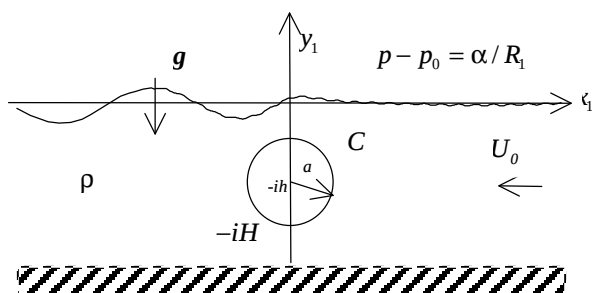


Рис. 1



критическое значение.

Для решения задачи применим метод моделирования поверхностей раздела двойными слоями [2]. Будем отыскивать комплексный потенциал течения в виде

$$W(z_1) = W_\infty(z_1) + \sum_{k=1}^2 [V_k(z_1) + \phi_k(z_1)], \quad (6)$$

$$W_\infty(z_1) = -\frac{U_0 a^2}{z_1 + ih},$$

$$V_1(z_1) = \frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\mu_1(t_1)}{z_1 - t_1} dt_1,$$

$$\phi_1(z_1) = \frac{1}{2\pi i} \oint_{L_1} \frac{\mu_1(\zeta_1) d\zeta_1}{z_1 - \zeta_1},$$

$$V_2(z_1) = \frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\mu_2(t_2)}{z_1 - t_2 + iH} dt_2,$$

$$\phi_2(z_1) = \frac{1}{2\pi i} \oint_{L_2} \frac{\mu_2(\zeta_2) d\zeta_2}{z_1 - \zeta_2},$$

$$\zeta_1(t_1) = -ih + \frac{a^2}{t_1 - ih}, \quad \zeta_2(t_2) = -ih + \frac{a^2}{t_2 + ih_1},$$

$$h_1 = H - h,$$

где контуры L_1 и L_2 получены инверсией линий $y_1 = 0$ и $y_1 = -H$ в окружности C и интегрирование по L_k идет в отрицательном направлении. Представление потенциала в форме (6) позволяет точно удовлетворить условию на контуре.

Плотность распределенных особенностей определяется из условий на свободной поверхности и дне. Подставив комплексный потенциал (6) в (5), получим

$$\operatorname{Re} \left\{ \frac{\alpha i}{\rho g} \frac{d^2 V_1}{dz_1^2} - \frac{U_0^2}{g} \frac{dV_1}{dz_1} - iV_1 + \frac{\alpha i}{\rho g} \frac{d^2 \Omega(z_1)}{dz_1^2} - \frac{U_0^2}{g} \frac{d\Omega(z_1)}{dz_1} - i\Omega(z_1) \right\}_{z_1=x_1-i0} = 0, \quad (7)$$

$$\text{где } \Omega(z_1) = V_2(z_1) + \phi_1(z_1) + \phi_2(z_1) + W_\infty(z_1).$$

Уравнение (7) при $z_1 = x_1$ равносильно следующему:

$$\operatorname{Re} \left\{ \frac{\alpha i}{\rho g} \frac{d^2 V_1}{dz_1^2} - \frac{U_0^2}{g} \frac{dV_1}{dz_1} - iV_1 - \frac{\alpha i}{\rho g} \frac{d^2 \bar{\Omega}(z_1)}{dz_1^2} - \frac{U_0^2}{g} \frac{d\bar{\Omega}(z_1)}{dz_1} + i\bar{\Omega}(z_1) \right\} = 0.$$

Поскольку теперь под знаком действительной части стоит функция, регулярная в полуплоскости $y_1 \leq 0$, то она совпадает с чисто мнимой постоянной

$$\frac{\alpha i}{\rho g} \frac{d^2 V_1}{dz_1^2} - \frac{U_0^2}{g} \frac{dV_1}{dz_1} - iV_1 + \left(-\frac{\alpha i}{\rho g} \frac{d^2}{dz_1^2} - \frac{U_0^2}{g} \frac{d}{dz_1} + i \right) [\bar{\Omega}(z_1)] = c_0 i, \quad (8)$$

где c_0 – вещественная постоянная. Не нарушая общности решения, можно положить $c_0 = 0$. Рассмотрим (8) как дифференциальное уравнение относительно $V_1(z_1)$. Общее решение уравнения можно получить методом вариации постоянных:

$$V_1(z_1) = c_1 \exp(s_1 z_1) + c_2 \exp(s_2 z_1), \quad (9)$$

$$s_1 = -\frac{\rho U_0^2 i}{2\alpha} (1 + s_0), \quad s_2 = -\frac{\rho U_0^2 i}{2\alpha} (1 - s_0),$$

$$s_0 = \sqrt{1 - 4\alpha g / (\rho U_0^4)},$$

$$c_1(z_1) = \frac{g}{U_0^2 s_0} \int \exp(-s_1 z_1) A(z_1) dz_1,$$

$$c_2(z_1) = -\frac{g}{U_0^2 s_0} \int \exp(-s_2 z_1) A(z_1) dz_1,$$

$$A(z_1) = \left(\frac{\alpha i}{\rho g} \frac{d^2}{dz_1^2} + \frac{U_0^2}{g} \frac{d}{dz_1} - i \right) [\bar{\Omega}(z_1)].$$

Необходимо назначить пределы интегрирования у неопределенных интегралов формул (9). Для этого необходимо применить принятые нами условия излучения волн. Параметр s_1 относится к волнам, в образовании которых основную роль играет капиллярность, поэтому нижний предел интегрирования в формуле для $c_1(z_1)$ возьмем равным $-\infty$, а верхний предел – равным z_1 . Параметр



S_2 характеризует волны, в образовании которых основную роль имеет сила весомости, то есть в формуле для $C_2(z_1)$ нижний предел следует взять равным ∞ , а верхний – равным z_1 . Таким образом,

$$V_1(z_1) = \frac{g}{U_0^2 s_0} \exp(s_1 z_1) \int_{-\infty}^{z_1} \exp(-s_1 z_1) A(z_1) dz_1 - \frac{g}{U_0^2 s_0} \exp(s_2 z_1) \int_{\infty}^{z_1} \exp(-s_2 z_1) A(z_1) dz_1.$$

Меняя порядок интегрирования, найдем:

$$\begin{aligned} V_1(z_1) = & \frac{g}{U_0^2 s_0} \left\{ \exp(s_1 z_1) \int_{-\infty}^{z_1} \exp(-s_1 \lambda) I(\lambda) d\lambda - \right. \\ & - \exp(s_2 z_1) \int_{\infty}^{z_1} \exp(-s_2 \lambda) I(\lambda) d\lambda + \\ & + \frac{\exp(s_1 z_1)}{2\pi i} \oint_{L_1} \left[\int_{-\infty}^{z_1} \exp(-s_1 \lambda) D_1(\lambda, \bar{c}_1) d\lambda \right] \mu_1(\zeta_1) d\bar{c}_1 - \\ & - \frac{\exp(s_2 z_1)}{2\pi i} \oint_{L_1} \left[\int_{\infty}^{z_1} \exp(-s_2 \lambda) D_1(\lambda, \bar{c}_1) d\lambda \right] \mu_1(\zeta_1) d\bar{c}_1 + \\ & + \frac{\exp(s_1 z_1)}{2\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} \left[\int_{-\infty}^{z_1} \exp(-s_1 \lambda) D_3(\lambda, t_2) d\lambda \right] \mu_2(t_2) dt_2 - \\ & - \frac{\exp(s_2 z_1)}{2\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} \left[\int_{-\infty}^{z_1} \exp(-s_2 \lambda) D_3(\lambda, t_2) d\lambda \right] \mu_2(t_2) dt_2 + \\ & + \frac{\exp(s_1 z_1)}{2\pi i} \oint_{L_2} \left[\int_{-\infty}^{z_1} \exp(-s_1 \lambda) D_2(\lambda, \bar{c}_2) d\lambda \right] \mu_2(\zeta_2) d\bar{c}_2 - \\ & - \frac{\exp(s_2 z_1)}{2\pi i} \oint_{L_2} \left[\int_{\infty}^{z_1} \exp(-s_2 \lambda) D_2(\lambda, \bar{c}_2) d\lambda \right] \mu_2(\zeta_2) d\bar{c}_2 \left. \right\}, \end{aligned}$$

$$I(\lambda) = \frac{-2\alpha i U_0 a^2}{\rho g (\lambda - iH)^3} + \frac{U_0^3 a^2}{g (\lambda - iH)^2} + \frac{U_0 a^2 i}{\lambda - iH},$$

$$D_k(\lambda, \bar{c}_k) = \frac{-2\alpha i}{\rho g (\lambda - \bar{c}_k)^3} + \frac{U_0^2}{g (\lambda - \bar{c}_k)^2} + \frac{i}{\lambda - \bar{c}_k} \quad (k=1, 2),$$

$$D_3(\lambda, t_2) = \frac{-2\alpha i}{\rho g (\lambda - t_2 - iH)^3} + \frac{U_0^2}{g (\lambda - t_2 - iH)^2} + \frac{i}{\lambda - t_2 - iH}.$$

Находя действительную часть предела (10) при $z_1 \rightarrow x_1 - i \cdot 0$ с учетом ранее введенного представления для $V_1(z_1)$ (предельный переход в сингулярном интеграле осуществляется по формуле Сохоцкого), выделяя действительную часть полученного выражения и применяя интегрирование по частям, найдем:

$$\begin{aligned} \mu_1(x_1) = & \sigma_1(x_1) + \int_{-\infty}^{\infty} K_1(x_1, t_1) \mu_1(t_1) dt_1 + \\ & + \int_{-\infty}^{\infty} K_4(x_1, t_2) \mu_2(t_2) dt_2, \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \sigma_1(x_1) = & \frac{2g}{U_0^2 s_0} \operatorname{Re} \left[\frac{\alpha i (\bar{s}_1 - \bar{s}_2)}{\rho g} \frac{U_0 a^2}{x_1 + iH} + \right. \\ & + E(\bar{s}_1) \exp(\bar{s}_1 x_1) \int_{-\infty}^{x_1} \exp(-\bar{s}_1 \lambda) \frac{U_0 a}{\lambda + iH} d\lambda - \\ & \left. - E(\bar{s}_2) \exp(\bar{s}_2 x_1) \int_{\infty}^{x_1} \exp(-\bar{s}_2 \lambda) \frac{U_0 a}{\lambda + iH} d\lambda \right], \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_1(x_1, t_1) = & -\frac{1}{\pi} \frac{g}{U_0^2 s_0} \operatorname{Im} \left[\frac{\alpha i}{\rho g} (\bar{s}_1 - \bar{s}_2) H_1(x_1, t_1) + \right. \\ & + E(\bar{s}_1) \exp(\bar{s}_1 x_1) \int_{-\infty}^{x_1} \exp(-\bar{s}_1 \lambda) H_1(\lambda, t_1) d\lambda - \\ & \left. - E(\bar{s}_2) \exp(\bar{s}_2 x_1) \int_{\infty}^{x_1} \exp(-\bar{s}_2 \lambda) H_1(\lambda, t_1) d\lambda \right], \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_4(x_1, t_2) = & -\frac{1}{\pi} \frac{g}{U_0^2 s_0} \operatorname{Im} \left[\frac{\alpha i}{\rho g} (\bar{s}_1 - \bar{s}_2) H_2(x_1, t_2) + \right. \\ & + \frac{\alpha i (\bar{s}_1 - \bar{s}_2)}{\rho g (x_1 - t_2 + iH)} + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & + E(\bar{s}_1) \exp(\bar{s}_1 x_1) \int_{-\infty}^{x_1} \exp(-\bar{s}_1 \lambda) (\lambda - t_2 + iH)^{-1} d\lambda - \\ & \left. - E(\bar{s}_2) \exp(\bar{s}_2 x_1) \int_{\infty}^{x_1} \exp(-\bar{s}_2 \lambda) (\lambda - t_2 + iH)^{-1} d\lambda + \right] \end{aligned}$$



$$+E(\bar{s}_1)\exp(\bar{s}_1x_1)\int_{-\infty}^{x_1}\exp(-\bar{s}_1\lambda)H_2(\lambda,t_2)d\lambda -$$

$$-E(\bar{s}_2)\exp(\bar{s}_2x_1)\int_{\infty}^{x_1}\exp(-\bar{s}_2\lambda)H_2(\lambda,t_2)d\lambda \Big],$$

$$H_k(\lambda,t_k)=\frac{a^2}{(t_k-ih)^2[\lambda-\zeta_k(t_k)]},$$

$$E(\bar{s}_j)=-i-\frac{U_0^2}{g}\bar{s}_j+\frac{\alpha\bar{s}_j^2}{\rho g} \quad (j=1, 2).$$

Уравнение (11) очевидно легко привести к безразмерному виду. При этом выделяются число Фруда $Fr=U_0/\sqrt{ga}$ и число Вебера $We_g=\alpha/g\rho a^2$.

Из условия на дне, с учетом преобразования системы координат $z_2=z_1+iH$, можно получить второе уравнение для определения μ_k

$$\mu_2(x_2)=\sigma_2(x_2)+\int_{-\infty}^{\infty}K_2(x_2,t_2)\mu_2(t_2)dt_2+ \quad (12)$$

$$+\int_{-\infty}^{\infty}K_3(x_2,t_1)\mu_1(t_1)dt_1,$$

где ядра K_2 , K_3 и $\sigma_2(x_2)$ имеют вид

$$K_2(x_2,t_2)=-\frac{1}{\pi}\text{Im}\left[\frac{a^2}{(t_2+ih_1)^2s_3(x_2,t_2)}\right],$$

$$K_3(x_2,t_1)=-\frac{1}{\pi}\text{Im}\left[\frac{a^2}{(t_1+ih)^2s_4(x_2,t_2)}+\frac{1}{x_2-t_1-iH}\right],$$

$$s_3(x_2,t_2)=x_2-ih_1-a^2/(t_2+ih_1),$$

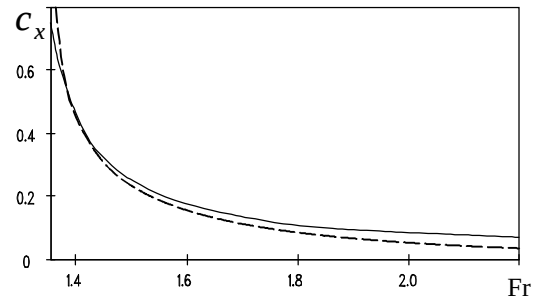


Рис. 2.

$$s_4(x_2,t_1)=x_2-ih_1-a^2/(t_1-ih),$$

$$\sigma_2(x_2)=-2\text{Re}[W_{\infty}(x_2)].$$

Решение систем интегральных уравнений (11), (12) осуществлялось численно методом последовательных приближений. На рис. 2 представлен пример расчета коэффициента волнового сопротивления кругового цилиндра $c_x=2X/(\rho U_0^2 a)$ в зависимости от числа Фруда при $h/a=4$ и $We_g=0.806$. Сплошная кривая на рис. 2 соответствует ограниченному потоку при $H/a=8$, а штриховая – неограниченной снизу жидкости. Можно отметить существенное влияние дна на гидродинамические характеристики цилиндра, а также тот факт, что для ограниченного снизу потока критическое число Фруда (Fr^*) имеет меньшее значение.

Работа поддержана РФФИ (проекты № 05-01-00794, 06-01-00155).

Литература

1. Елизаров А.М., Спиридонов О.А., Филиппов С.И. Обтекание подводного контура с образование капиллярно-гравитационных волн // Изв. вузов. Авиационная техника, №2, 2001. – С.15-17.
2. Филиппов С.И. Гидродинамика крылового профиля вблизи границ раздела. – Казань: Изд-во Казанского математического об-ва, 2004. – 200 с.



УДК 626.1

И.А. Каюмов, С.М. Койбаков

К ПРОБЛЕМЕ СНЕГОЗАНОСИМОСТИ ЛИНЕЙНО-ПРОТЯЖЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Опыт эксплуатации линейно-протяженных объектов на значительной территории СНГ, в том числе республик Средней Азии и Казахстана, показывает, что в условиях проявления метелевой деятельности возникают неблагоприятные явления от снегопереносов. При снегопереносах открытые обводнительно-оросительные каналы, автомобильные и железные дороги подвергаются снежным заносам, причиняя массу неудобств и потерь. На каналах круглогодичного действия возможно разрушение и продавливание ледового покрова от перегрузки снежными заносами, вызывающие резкое уменьшение пропускной способности, вплоть до полной остановки работы канала. Такие явления неоднократно наблюдались в период эксплуатации канала Иртыш-Караганда и других гидротехнических объектов. Снежные заносы на каналах сезонного действия препятствуют в ранний весенний период пропуску расчетного расхода воды по занесенному руслу при осуществлении влагозарядковых поливов и затоплении лиманов. Ежегодно из-за снежных заносов происходят перебои в движении автомобильного и железнодорожного транспорта, нанося огромный ущерб в целом народному хозяйству. Нередко гибнут люди, оставаясь один на один со страшной стихией. Актуальность этой проблемы подтвердила и нынешняя зима. По несколько суток были парализованы транспортные артерии по причине снегозаносимости автомобильных дорог в различных районах значительной территории Казахстана и других регионов.

На протяжении многих лет проблемами снегозаносимости различных объектов занимались как отечественные, так и зарубежные исследователи. К наиболее значимым можно отнести фундаментальные работы С.А. Чаплыгина, Н.Е. Жуковского, в области автомобильных и железных дорог работы А.А. Комарова, А.К. Дюнина, в области гидротехники -

А.Ж. Жулаева, В.Н. Карновича и других. Несмотря на достаточно глубокую изученность рассматриваемой проблемы как в теоретическом, так и в практическом плане, следует обратить внимание на вопрос влияния планового расположения объектов на их снегозаносимость.

Сходство проблемы снегозаносимости каналов и дорожных выемок можно объяснить тем, что в обоих случаях объект рассматривается как аэродинамический провал на пути снеговетрового потока. Это сходство дает основание разрабатывать общие инженерные мероприятия по предупреждению снегозаносимости рассматриваемых объектов, поскольку в их основу положены общие законы метелей, аэродинамики обтекания выемок и процессы аккумуляции твердой фазы из снеговетрового потока в зонах аэродинамических теней.

Исследованиями установлено, что формирование заносов в русле каналов происходит постепенно с бровки канала, перемещением шлейфа в направлении действия ветра, по мере поступления эродируемого материала [1]. Причем занос формируется с определенным уклоном поверхности по направлению ветра, называемым естественным откосом заноса, численно равным 6...12, в зависимости от скорости ветра и физико-механических свойств частиц грунта, участвующих в переносе. Также установлено, что до момента предельного заноса весь приносимый к каналу материал аккумулируется в нем.

Значение коэффициента естественного откоса заноса зависит от значения скорости ветра и пороговой (критической) скорости начала переноса частиц. В свою очередь, пороговая скорость зависит от физико-механических свойств дефлируемых частиц, т.е. от их размеров, формы, веса. Поток растекается с бровки выемки под определенным углом. Причем закон прямолинейного нарастания толщины пограничного

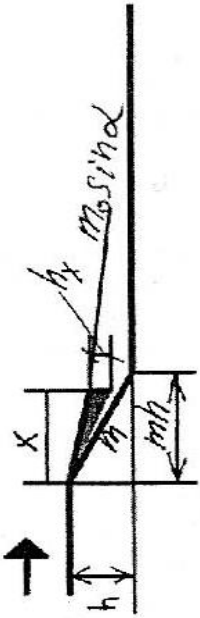
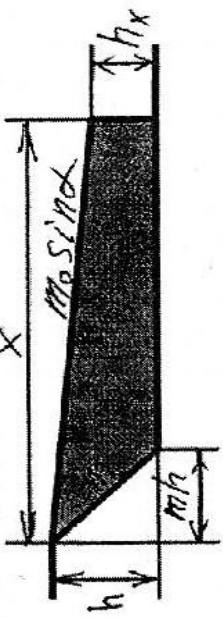
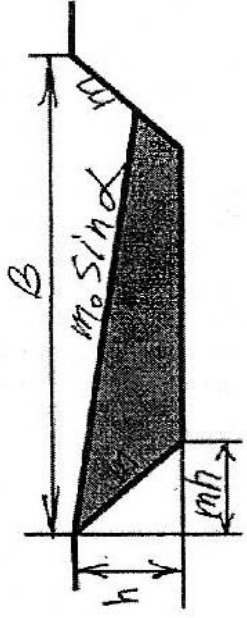
Таблица 1

a	m	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	6,0	8,0	10,0	12,0
m_0	6	4°31	9°43	14°25	19°13	24°50	30°00	90°00	-	-	-
	8	3°26	7°25	10°56	14°25	18°03	22°20	48°33	90°00	-	-
	10	2°52	5°44	8°38	11°32	14°30	17°28	36°51	53°08	90°00	-
	12	2°14	4°32	7°25	9°44	12°07	14°25	30°00	42°03	56°01	90°00



Таблица 2

Таблица расчета параметров снежного заноса для выемок трапецевидальной формы

№/п	Расчетные схемы	Граничные условия	Расчетные формулы
1		$0 \leq x \leq mh$ $m < m_0 \sin \alpha$	$F_x = \frac{1}{2} m_0 h^2 \sin \alpha K_m K_x^2 (1 - K_m);$ $x = m_0 h \sin \alpha K_m K_x; h_x = \frac{x}{m} - \frac{x}{m_0 \sin \alpha}$
2		$mh \leq x \leq m_0 \sin \alpha$ $m < m_0 \sin \alpha$	$F_x = \frac{1}{2} m_0 h^2 \sin \alpha [(1 - K_m) - (1 - K_x)^2];$ $x = m_0 h \sin \alpha K_x; h_x = h - \frac{x}{m_0 \sin \alpha}$
3		$m < m_0 \sin \alpha$ $B < m_0$ $h(\sin \alpha + K_m)$	$F_x = \frac{1}{2} m_0 h^2 \sin \alpha \left[(1 - K_m) - \frac{(1 + K_m - K_B)^2}{1 + K_m} \right]$
Примечание: $K_m = \frac{m}{m_0 \sin \alpha}; K_B = \frac{B}{m_0 \sin \alpha}; K_x = \frac{x}{m_0 \sin \alpha}$			



слоя не зависит от величины скорости потока [2]. Вдоль любого угла, проведенного с бровки канала, относительная скорость остается постоянной, то есть $U/U_0 = const$.

Отсюда следует вывод, что для безвихревого обтекания выемки угол ее расширения не должен превышать 10° или коэффициент откоса не должен быть меньше $m = 6$. Если коэффициент откоса выемки окажется меньше 6, тогда ниже нижней границы растекания струи возникает вихревая зона с обратным направлением продольной скорости.

Теоретически коэффициент естественного откоса заноса по направлению действия ветра может принимать значения от 5,8 до ∞ или в градусах угол наклона заноса принимает значения от 0° до 10° . А на практике чаще всего коэффициент естественного откоса заноса колеблется от 6 до 12.

Объем снежного заноса в выемке на 1 п.м. ее длины равен:

$$F = \frac{1}{2} m_0 h^2 \sin a \left(1 - \frac{m}{m_0} \right),$$

где h - глубина выемки, м;

m - коэффициент откоса канала;

m_0 - коэффициент естественного откоса снежного заноса;

a - угол атаки ветра, град.

Из анализа формулы заносимости каналов видно, что с уменьшением угла атаки a соответственно уменьшается и объем заноса. С уменьшением угла атаки a может наступить момент, когда осуществляется равенство: $m_0 h \sin a = mh$ или

$$\frac{m}{m_0} = \sin a. \text{ Это, в свою очередь, означает равенство}$$

$m_0 = m / \sin a$, при котором плоскость, составляющая поверхность заноса, совпадает с плоскостью подветренного откоса выемки. Такому

условию отвечает значение $a = \arcsin \frac{m}{m_0}$. При всех

значениях угла $a \leq \arcsin \frac{m}{m_0}$ заносы в русле канала

будут отсутствовать, что мы и называем незаносимым профилем. Сопряженные значения угла атаки a и коэффициента откоса канала m , соответствующие

незаносимому профилю $a = \arcsin \frac{m}{m_0}$, при

различных значениях коэффициента естественного откоса заноса m_0 приводятся в табл.1.

Использование основных закономерностей формирования снежного заноса в выемках, характеризующих последовательность и особенности снегонакопления, позволяет рассчитать параметры заноса. Расчеты параметров снежного заноса для выемок трапецеидальной формы приводятся в табличной форме (табл. 2).

Литература

1. Жулаев А.Ж., Койбаков С.М. Расчеты снегозаносимости каналов. Вестник с/х науки Казахстана, №9, 1987. – С. 72-77.
2. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. – М.: Наука, 1984. – 716 с.

УДК 626.1

И.А. Каюмов, С.М. Койбаков

К ВОПРОСУ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ КАНАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕНОСА ВЕТРОМ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Опыт эксплуатации канала Иртыш-Караганда, расположенного в степной зоне, показывает, что искусственные водотоки подвергаются заносу их русел сорной растительностью “перекати-поле”, наносящей вред как надежности работы объекта, так и экологической устойчивости и качеству воды.

На значительных просторах казахстанских степей, не занятых под сельскохозяйственные угодья, в большом количестве произрастает сорная растительность “перекати-поле”. В связи с распадом крупных хозяйств – колхозов и совхозов – заметно сократились площади сельскохозяйственных угодий. Это, в свою очередь, способствовало и увеличению сорной растительности.

Сильные и частые ветры в осенний период, характерные для значительной территории Северного и Центрального Казахстана, приводят к массовому срыву и переносу сухой растительности, имеющей шарообразную форму, в направлении действия ветра на большие расстояния. Встречаясь на пути с водными объектами, курай, перекачиваемый ветром, полностью поглощается водным потоком. Далее курай движется вниз по течению до встречи с преградами,

какими могут являться насосные станции, перегораживающие и водозаборные сооружения на каналах. Огромное скопление перед такими сооружениями сорной растительности, собравшейся с вышележащего участка канала, сбивается к сороудерживающей решетке течением воды, как показано на рис. 1.

Вследствие этого явления резко ухудшаются условия водозабора насосными агрегатами, возникает угроза их остановки. В подводящем канале уровень воды резко возрастает, вызывая аварийную ситуацию. Такое явление неоднократно наблюдалось в практике эксплуатации канала Иртыш-Караганда, предназначенного для круглогодичного водоснабжения питьевой водой ряда населенных пунктов Павлодарской и Карагандинской областей, а также предприятий Караганда-Темиртауского промышленного комплекса.

В связи с осуществлением проекта переброски воды из канала Иртыш-Караганда в верховья р. Ишим для обеспечения г. Астаны чистой водой актуальность проблемы возрастает. Нетрудно представить размер ущерба от прекращения водообеспечения

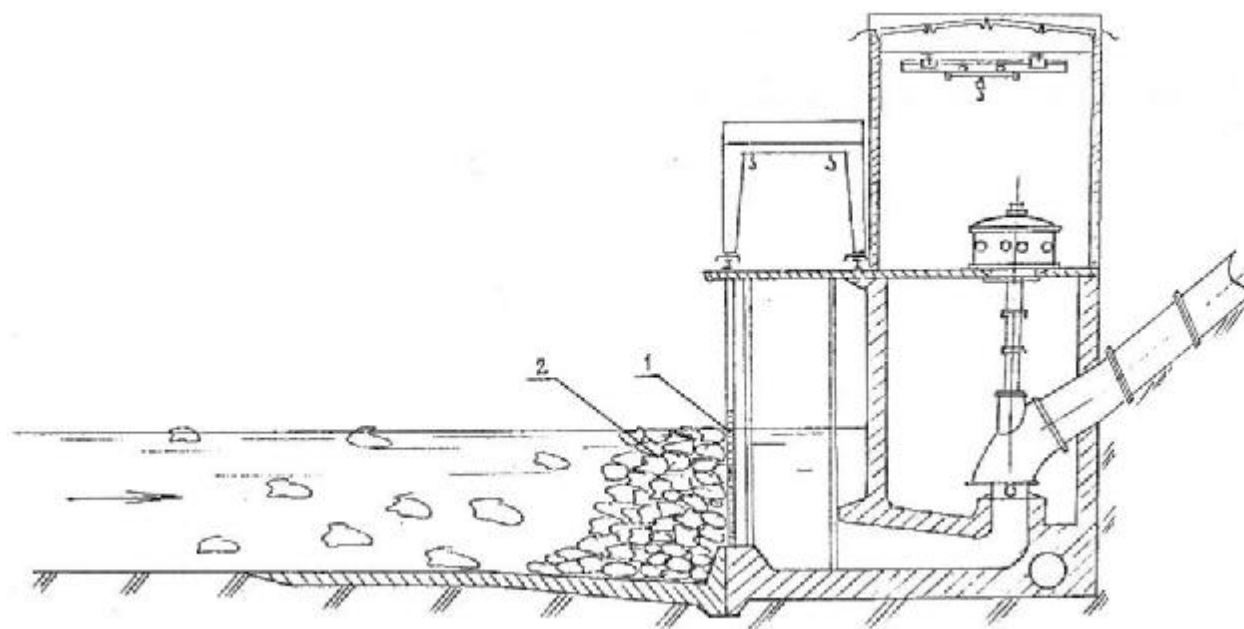


Рис.1. Скопление сорной растительности “перекати-поле” перед сороудерживающей решеткой насосной станции:
1 - сороудерживающая решетка; 2 - скопление сорной растительности

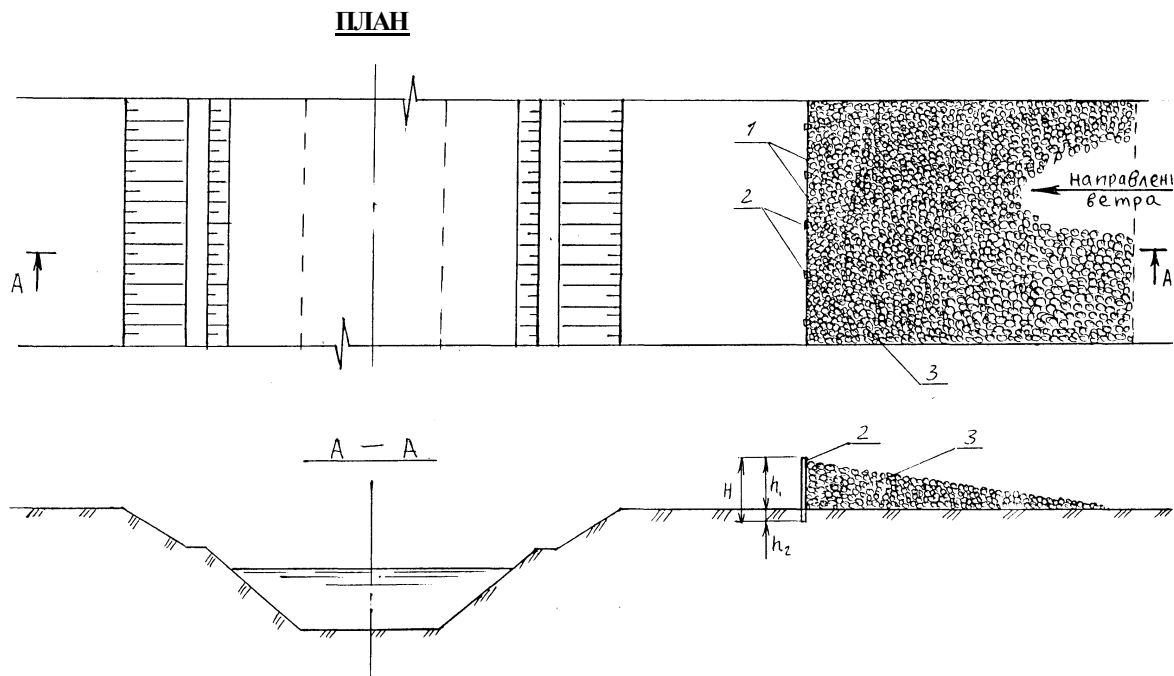


Рис.2. План и поперечное сечение участка канала с устройством ограждений для задержания сорной растительности “перекати-поле”: 1 - металлическая сетка; 2 - железобетонные опоры; 3 - скопление сорной растительности “перекати-поле” с наветренной стороны ограждения

вышеуказанных объектов и населения по трассе канала. Эти обстоятельства требуют разработки конструктивных решений, направленных на повышение надежности работы каналов и обеспечение гарантированного водоснабжения потребителей.

Кроме того, накопление в водоеме сорной растительности “перекати-поле” и продуктов её распада, как показала практика эксплуатации канала Иртыш-Караганда, приводит к изменениям экосистемы водоема, развитию процессов эвтрофирования и ухудшения качества воды. По данным Амиргалиева Н.А., в результате деструкции сорной растительности “перекати-поле” в водоеме содержание биогенных элементов включает: органический углерод, азот минеральный, фосфор минеральный растворимый [1]. Поэтому проблему заносимости русла канала сорной растительностью “перекати-поле” надо рассматривать и с точки зрения экологической устойчивости и качества воды водоисточника.

Работы по восстановлению качества воды в соответствии санитарно-гигиеническими нормами требуют определенных затрат. Затраты будут сведены до минимума при выполнении профилактических мероприятий, связанных с предотвращением попадания “перекати-поле” в канал. Причем, надо учесть то обстоятельство, что надежность и эффективность водо-охраных мероприятий тем выше, чем на более ранней стадии процесса они осуществлены.

Ликвидация последствий таких явлений, как забивка

сороудерживающих решеток насосных станции на каналах сорной растительностью, – задача не простая. Отсутствует техника, которая бы позволила извлекать затонувшую массу сорной растительности с большой глубины, причем при сложном доступе как с воды, так и с суши. Использование высокооплачиваемых работ водолазов для очистки сороудерживающих решеток насосных станций от сорной растительности, что имеет место в практике эксплуатации канала Иртыш-Караганда, связано с большими затратами денежных средств и малоэффективно. Из этого следует, что для защиты канала от сорной растительности требуется разработать более эффективные мероприятия, направленные на предупреждение таких явлений на каналах, а не на ликвидацию их последствий.

Известные способы защиты каналов от песчаных и снежных заносов путем устройства лесополос, снегозадерживающих щитов и заборов, а также устройства ограждающих сеток из пластика и нейлона [2] в рассматриваемом случае неприемлемы по ряду причин. Во-первых, устройство лесополос очень затруднительно на бедных каменистых почвах в засушливых районах. Во-вторых, аккумулирующая способность как лесополос, так и деревянных щитов и синтетических сеток ограничена, а уничтожать огнем накопившуюся сорную растительность на месте скопления невозможно, так как ограждения не огнестойчивы.

Для борьбы с такими негативными явлениями на каналах предлагается устройство специальных



кураеулавливающих защитных ограждений с наветренной стороны на подходе к каналу в виде несгораемой металлической сетки 1 на железобетонных опорах 2, как показано на рис. 2. Пролет заграждений составляет 6 м, высота железобетонных опор $H = 6$ м, в том числе 5 м наземной части и 1 м в земле. Размер ячеек металлической сетки, изготовленной из стальной проволоки диаметром 4-5 мм, составляет 20 x 40 см.

Поступающая ветром сорная растительность “перекати-поле” 3 будет накапливаться с наветренной стороны канала у ограждающей сетки. По мере заполнения до верха ограждения необходимо очищать от курая или сжигать ее на месте их скопления.

Литература

1. Амиргалиев Н.А. Закономерности формирования гидрохимического режима и качества воды искусственных водных объектов Северного и Центрального Казахстана. Автореферат дисс. – Алматы, 1997. – 40 с.
2. Кавешников Н.Т. Эксплуатация и ремонт гидротехнических сооружений. – М.: Агропромиздат, 1989. – 272 с.



УДК 69:504

А.Г. Хабибулина, М.М. Хабибулин

РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ-АРХИТЕКТОРОВ

Отношение современного общества к окружающей среде обитания отражает уровень его развития и предопределяет качество жизнедеятельности человека. Правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды регламентированы в Федеральном законе “Об охране окружающей среды” [1]. Закон регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду как её важнейшую составляющую.

Строительная отрасль является одним из наиболее мощных антропогенных факторов (2-е место после металлургической промышленности) воздействия на окружающую среду. Разнообразное по своему характеру антропогенное воздействие происходит на всех этапах строительной деятельности – начиная от добычи стройматериалов и кончая эксплуатацией готовых объектов.

Как следствие и необходимость обеспечения экологической безопасности результатов деятельности строительной отрасли можно рассматривать требование обязательного наличия в проектной документации на строительство объектов различного назначения раздела “Охрана окружающей среды” (ООС) [2].

Объем материалов, включаемых в раздел, должен быть достаточным для обоснования размещения и функционирования объекта. Данный раздел проектно-сметной документации предполагает комплексный подход в решении вопросов ООС и требует: согласования с органами Министерства природных ресурсов РФ, санитарно-эпидемиологического надзора, государственного контроля и надзора, участвующих в определении условий природопользования, и другими заинтересованными организациями и ведомствами, землепользователями; наличия технических условий о возможности присоединения объекта к существующим инженерным сетям и коммуникациям, а также рекультивации земель; вариантных проработок как по размещению и генплану участка, так и по принятию технических и технологических решений с экологической точки зрения; наличия данных по характеристике природных условий местности и общей характеристике экологической ситуации на площадке строительства (уровень загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод,

существующие уровни шума, электромагнитных излучений и иных физических факторов, уровень радиационного загрязнения, загрязненность и нарушенность почвенного покрова, состояние растительного покрова); наличия картографического материала (обзорная ситуационная схема размещения объекта с нанесенными на ней границами соседних землепользований и планировочных ограничений, генплан площадки строительства, природоохранная схема, план благоустройства и озеленения участка) на топографической основе [3, 4].

Раздел ООС включает в себя подразделы:

- охрана атмосферного воздуха;
- охрана и рациональное использование водных ресурсов;
- охрана земельных ресурсов, растительного и животного мира;
- защита от шума и других физических факторов воздействия.

Следует обратить внимание, что строительство и реконструкция зданий, строений, сооружений и иных объектов должны осуществляться только по проектам, имеющим положительные заключения государственной экологической экспертизы.

При разработке раздела ООС в составе проектной документации инженер-проектировщик должен обладать системными знаниями и владеть современными технологиями исследований. В первую очередь, проектные решения объектов являются определяющими качество создаваемой искусственной среды и степень воздействия урбанизированных территорий на окружающую природу. Соответственно, следующим этапом строительной деятельности является качество исполнения и условия эксплуатации возведенных объектов. Уже на этапе проектирования определяется будущий характер взаимоотношений объекта и окружающей природной среды. Следовательно, степень экологической обоснованности и продуманности проектов во многом определяет не только будущее состояние окружающей среды, но и величину будущих материальных и физических затрат на предотвращение экологического ущерба и восстановление нарушенных природных условий.

Исходя из вышеуказанного, при подготовке в строительном вузе инженеров-архитекторов по специальности 2914 “Проектирование зданий” немаловажной задачей является разработка методики



обучения, которая позволит комплексно решать вопросы по рациональному использованию природных ресурсов в строительстве и технических решений по предупреждению негативного воздействия проектируемого объекта на окружающую природную среду.

Можно выделить три основные составляющие процесса подготовки инженеров-архитекторов для решения задач по охране окружающей среды: аналитическая, технологическая и информационная.

Требуются знания степени воздействия на окружающую среду тех или иных материалов, применяемых в строительстве; технологии возведения зданий и сооружений; технологической оснащенности строительного производства; типа и качества строительных машин, механизмов и транспортных средств и других факторов. При проектировании промышленного объекта необходимо уметь определять, какие загрязняющие вещества возникают на различных стадиях производства, как это происходит, какими способами и методами можно определить их наличие как можно раньше. Наиболее ценной является не констатация факта загрязнения или выброса, а способность предвидения и исключения проблемы. Обучение аналитическим методам контроля должно быть заложено в программу подготовки инженеров-архитекторов.

При разработке проекта знание технологий производства и экозащитной техники позволит избежать возможных вредных воздействий на окружающую среду. Задача инженера-архитектора в этом вопросе - выбор более совершенного технологического процесса, максимально исключающего негативное воздействие на природу.

Большая роль в закреплении теоретического материала в процессе обучения должна отводиться практическим занятиям. Необходимы технически хорошо оснащенные лаборатории для занятий по экологии, компьютерному моделированию и т.д. В качестве методических материалов полезно разработать стенды для моделирования факторов воздействия на окружающую среду, макеты экозащитной техники и т.д.

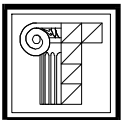
При проектировании промышленного объекта важен вопрос о воздействии его на атмосферный воздух и характеристиках источников выброса загрязняющих веществ. В настоящее время все расчеты загрязнения атмосферы проводятся только с использованием специальных программных средств – унифицированных программ расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА). Эти расчеты проводятся по “Методике расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86)”, разработанной Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова. УПРЗА - это программа, которая позволяет расчетным путем определить величины концентраций

загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Программа применима для любых источников выбросов загрязняющих веществ, независимо от того, к какой отрасли народного хозяйства они относятся. В настоящее время в России и странах СНГ предприятиями-природопользователями и другими организациями используется около 4000 экземпляров действующих УПРЗА. Наиболее распространенной является УПРЗА “Эколог”, применяются также программы “Эколог ПРО”, “Призма”, “Атмосфера”, “ЛиДа”. Официальный список действующих УПРЗА готовится ежегодно Министерством природных ресурсов Российской Федерации на основании результатов тестирования, представленных разработчиками программ в Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова [5]. Умение оперировать вышеуказанными компьютерными программными продуктами может быть обеспечено включением их в учебный процесс подготовки будущих инженеров-архитекторов.

Таким образом, задача строительного вуза заключается в подготовке инженеров в области строительной и архитектурной экологии, способных комплексно решать проблемы охраны окружающей среды при разработке всех разделов проектно-сметной документации. Изменения, происходящие в окружающей среде в результате деятельности человека, приобретают глобальный характер и создают серьезную угрозу нарушения природного равновесия. Чтобы противостоять этому, требуются квалифицированные специалисты, обладающие современными профессиональными знаниями в области охраны окружающей среды.

Литература

1. Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 9 мая 2005 г.; редакция, действующая с 1 января 2006 г.).
2. СНиП 11-01-95 Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. Утверждена Постановлением Минстроя России от 30.06.95 г. № 18-64.
3. Пособие к СНиП 11-01-95 по разработке раздела проектной документации “Охрана окружающей среды”. – ГП “ЦЕНТРИНВЕСТпроект”.
4. Руководство по разработке раздела «Охрана окружающей среды» к проекту планировки (реконструкции) жилого района. Указание Москомархитектуры от 29.12.97 г. № 166.
5. Соснин А.С. Обзорная статья по программам серии “Эколог”/ <http://www.integral.ru>.



О.Ю. Порошенко

ДИАЛОГ ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И РЕЛИГИИ: ФИЛОСОФСКО-РЕЛИГИОЗНЫЕ ИДЕИ В.И. НЕСМЕЛОВА И СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ КОНЦЕПЦИИ

(Обзор I научно-теоретического семинара им. В.И. Несмелова – май 2005 г., Казань;
руководитель семинара - В.А. Киносьян, дфн, профессор, зав. кафедрой философии, директор ЦГО КГАСУ)

В последние десятилетия заметно расширяется круг исследований по поиску “точек соприкосновения” религии и естествознания, по разработке “физики веры”, “физики Бога”. Это связано, прежде всего, с существенным обновлением интереса к взаимоотношению двух типов (материалистического и теистического) постановки и решения мировоззренческих вопросов: о бытии, о физическом мире, о бытийном и физическом аспектах человеческой жизнедеятельности и пр. Большое значение в раскрытии этих проблем представляют исследования казанского учёного-богослова начала XX в. Виктора Ивановича Несмелова. Это имя практически неизвестно в казанском научном сообществе, хотя ещё Н. Бердяев отмечал, что “...из профессоров Духовной академии самый оригинальный и замечательный мыслитель – Несмелов, по духу своему религиозный философ, а не богослов, он делает ценный вклад в создание русской религиозной философии... Несмелов – самое крупное явление в русской религиозной философии, вышедшей из духовных академий, и вообще один из самых замечательных религиозных мыслителей... Несмелову принадлежит большое место в религиозной антропологии...”. Идеи В.И. Несмелова, почти утраченные и незаслуженно забытые в советские времена, требуют возрождения в наши, так называемые, “бездуховные времена”. Сегодня имя Несмелова всё чаще встречается в работах отечественных и зарубежных учёных. Задача казанцев - “возвращать из праха и забвения” заслуги и достижения своих земляков.

Одним из наиболее основательных российских исследователей В.И. Несмелова является доктор философских наук, профессор, заведующий кафедрой философии Казанского государственного архитектурно-строительного университета В.А. Киносьян. Совсем недавно опубликована его новая книга “Загадка о человеке”, представляющая собой первое глубокое исследование творчества В.И. Несмелова.

В мае 2005 г. Центром гуманитарного образования КГАСУ совместно с региональной общественной организацией “Центр развития

межкультурных коммуникаций” был проведён I научно-теоретический семинар им. В.И. Несмелова по теме: *“Локальное, глобальное, бесконечное познание: проблема “точек соприкосновения” философии, религии, науки”*, на котором были заслушаны следующие доклады:

- “В.И. Несмелов: вехи жизни и творчества” – Несмелов О.В., профессор КГАВМ;
- “Локальное, глобальное, бесконечное познание: проблема “точек соприкосновения” философии, религии, науки” – Киносьян В.А.;
- “Мировоззренческие аспекты взаимоотношения философии, религии, науки” – Комаров В.Н., профессор кафедры философии КГУ;
- “Проблемы диалога религии и науки” – Королёв В.В., доцент кафедры философии КГУ;
- “Познаваемо ли небытие?” - Солодухо Н.М., зав. кафедрой философии КГТУ им. Туполева, профессор;
- “Проблемы биоэтики в контексте диалога науки и религии” – Нежметдинова Ф.Т., проректор по научной работе ТАРИ;
- “Космизм и идея сверхчеловека” – Хайруллин К.Х., зав. кафедрой философии КГПУ;
- “Основная гносеологическая синтагма: от локального знания к бесконечному” – Тайсина Э.А., зав. кафедрой теоретических основ коммуникаций – PR КГЭУ, профессор;
- “Антропологический аспект русской философии всеединства в диалоге с философией XX столетия” – о. Роман, протоиерей, преподаватель Казанской духовной семинарии;
- “Гуманитарная экспертиза: конструирование диалога между наукой и религией” – Порошенко О.Ю., директор РОО “Центр развития межкультурных коммуникаций”, к.ф.н.;
- “Вера как необходимый момент познания гносеологической концепции В.И. Несмелова” – Никитина Т.И., доцент кафедры философии КГАСУ;
- “Философский аспект формирования сакральной среды” – Кузнецова В.А., директор Центра международных проектов КГАСУ;
- “Библейская историко-философская концепция как одна из основ западной цивилизации” -



Матушанская Ю.Г., ассистент кафедры философии КГТУ (КХТИ);

- “Мифология и её место в “разгадывании человека” – Мустафин Н.К., старший преподаватель кафедры философии и истории КГАВМ;
- “Нуждается ли Вселенная в Наблюдателе?” – Данилевский И.В., старший преподаватель кафедры ИМ КГЭУ.

В серии запланированных научно-теоретических семинаров выразили желание участвовать представители казанской научной общественности, научно-образовательных центров г. Санкт-Петербурга, таких как: ИППК-РГИ при СПбГУ, Музея

этнографии и антропологии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН, Союза ученых СПб, института “Высшая религиозно-философская школа”, Санкт-Петербургской духовной академии. Предполагается исследование целостного представления о религиозно-философских и научных взглядах В.И. Несмелова, раскрытие основных целей и задач его концепции, показать её конструктивное место в истории философии и науки, её действительные связи с нашей современностью, особенно в плане поиска “нового союза ” естественнонаучного знания и религии.



УДК 1(091)(2)

В.А. Киносьян

О В.И. НЕСМЕЛОВЕ И ЕГО АНТРОПОЛОГИЧЕСКОЙ КОНЦЕПЦИИ

Несмелов Виктор Иванович (1(13).01.1863, село Курдюма Саратовской губернии и уезда – 30.06.1937, Казань) – русский философ и богослов. Сын священника, по окончании Саратовской Духовной Семинарии в 1883 году поступил в Казанскую Духовную Академию, с которой неразрывно связал всю свою последующую жизнедеятельность. По завершении курса обучения в Академии в 1887 году был причислен к первому разряду выпускников и удостоен степени кандидата богословия. После защиты магистерской диссертации “Догматическое богословие Григория Нисского” получил в 1888 году степень Магистра Богословия. 19 марта 1885 года Несмелов прочел в Казанской государственной думе лекцию “Вопрос о смысле жизни в Новозаветном Откровении”, в которой уже содержались основные идеи фундаментального труда “Наука о человеке” (Том 1. Опыт психологической истории и критики основных вопросов жизни; Том 2. Метафизика жизни и христианское откровение). Полностью публикация труда была завершена в 1902 году. За защиту первого тома Несмелов получил степень доктора богословия. В Академии Несмелов был удостоен званий доцента, экстраординарного профессора, заслуженного профессора Академии (1913 год). Был произведен в чины надворного советника и коллежского советника.

На торжественном заседании Казанской Духовной Академии (ноябрь 1898 г.) произнес речь “О цели образования”, в которой обосновывал положения о религиозно-антропологических основаниях образования. В 1913 году опубликована работа Несмелова “Вера и знания с точки зрения гносеологии”.

В начале 1919 года занятия в Академии были прекращены, затем возобновлены, но в 1920 году Казанская Духовная Академия была окончательно закрыта.

Попытка Несмелова пройти конкурс на кафедру психологии Казанского университета окончилась неудачно: Главпрофобр отказал Несмелову в получении должности профессора по общественным наукам. В июле 1931 года Несмелову предъявлено обвинение в том, что он вдохновил возникновение Казанской организации церковников и “принял деятельное участие в преобразовании упомянутой организации в филиал всесоюзного центра церковно-монархической организации “Истинно-Православная Церковь” и в антисоветской деятельности этого филиала”. В протоколе допроса отмечено: “виновным себя признал частично”. Из-за временной болезни находился под подпиской о невыезде по адресу:

г. Казань, ул. Достоевского д.52, кв.1. В этом доме (по бывшей 1-ой Солдатской улице) В.И.Несмелов с семьей проживал еще с конца XX столетия. Скончался Несмелов в июне 1937 года от хронического воспаления легких. Похоронен на Арском кладбище г. Казани.

Сын В.И. Несмелова – Валентин сотрудничал с Казанской ЧК. Руководил отрядом по экспроприации церковных ценностей Монастыря во имя Раифских Мучеников, убит крестьянами, его именем названа одна из улиц г. Казани.

На волне русской религиозной философии Серебряного века В.И. Несмелов фактически впервые осуществил целостную философскую интерпретацию православного учения о человеке. Н.А. Бердяев оценивал несмеловскую “Науку о человеке” как единственный в своем роде опыт построения религиозной антропологии.

Разработку своего, по сути дела, философско-богословского учения о человеке Несмелов мотивировал прежде всего необходимостью защиты христианства в условиях утверждения механистического миропонимания, усиления материализма и атеизма, в масштабном утверждении “юридического понимания” христианства как мировоззренческого обоснования приоритета материальных устремлений культурно-цивилизационного процесса.

Исходная теоретико-методологическая идея несмеловских изысканий состоит в том, что необходимо устранить существенные искажения христианского вероучения, указанные еще апостолом Павлом: мы проповедуем Христа распятого, для иудеев соблазн, для эллинов безумие (1 Кор. 1, 23). Необходимо поэтому в конкретных условиях достигнутого уровня познания раскрыть “языческому уму человека” подлинную сущность христианства, именно – его учение о “воплощении Бога, и о крестных страданиях и смерти Его за грехи сотворенного Им мира, и о будущем откровении в мире Божия царства силою умершего и воскресшего Богочеловека – Христа” (Несмелов В.И. Наука о человеке. Казань. Заря-Тан, 1994, т.2, с. 435). Истина христианской веры – спасение человека, общее воскресение людей, начало которому положил И.Христос.

Исключительный радикализм несмеловских изысканий здесь состоит в том, что в них идёт поиск теоретического обоснования веры в истину христианства так, чтобы оно охватывало “мировую действительность” и включало всю совокупность достигнутых познаний о мире. Философия,



соответственно, должна сформулировать законченное живое мировоззрение как определенный синтез эмпирических знаний положительных наук, “философских определений конечной идеи мира и религиозных созерцаний конечной картины мира” (Несмелов В.И. Вера и знание с точки зрения гносеологии. Казань, 1992, с.3). Фокус такого мировоззрения – феномен человека, который живет, должен и будет жить по истине человечности, содержащейся в Новозаветном Откровении.

“От человека”, “снизу вверх” формулирует Несмелов живое мировоззрение, в котором центральное место занимает концепция богопознания, сквозь призму которой рассматривается “все мировое бытие”, библейское учение о человеке. Несмелов при этом стремится открыть путь религиозно-философского мышления, отвечающего критериям научности, – опоре на факты и логическую аргументацию, выдвигает и тщательно прорабатывает беспрецедентную в истории философии концепцию загадки о человеке, осознание и поиск решения которой неизменно ведут к христианству, к истине спасения.

Загадка о человеке есть выражение фундаментального дуализма “физического” и “идеального” (личностного) в самом человеке. Человек сознает себя и как “простую вещь мира”, живет на “средства мира”, приспособляясь к нему, в человеке соответственно функционирует “психический механизм”. Но в человеке функционирует и “психический организм”, человек – свободно-разумная личность, которая, будучи неотрывной от физического мира, тем не менее “сверхфизична”, сверхъестественна, субстанциональна, представляет собой живое знание. Человеческая личность, однако, не замкнута, она бытийна, есть образ Безусловной личности.

Человек сознает, что живет и может жить только “по физической природе”, но он сознает и то, что “эта жизнь не должна существовать, потому что она не соответствует его духовной природе”. А та идеальная жизнь, которая бы соответствовала его духовной жизни, субстанциональной личности, не может быть достигнута человеком, поскольку противоречит условиям и природе физической жизни, что и порождает загадочность бытия человека в мире (В.И. Несмелов. Наука о человеке. Казань, Заря-Тан, 1994, с. 239-240). Через такое самосознание человек достигает и богопознания, “обнаружения” в себе истины божественного. Человеческая личность не зеркало по отношению к Богу, а живое содержание человеческой личности непосредственно открывает человеку “природу Бога каким он существует в себе самом” (там же, с.270).

Сквозь призму загадки о человеке, “через” свое живое знание современный человек может осознать и то, что физический мир есть “откровение иного

бытия”, и может логически последовательно сформулировать картину мирового процесса, в котором “по вине человека” (грехопадение) образовался смертоносный физический мир, подлежащий спасению вместе с человеком. Без крестной смерти И.Христа это невозможно. Боговоплощение, искупление греха крестной смертью, воскресение И.Христа – звенья мирового процесса, в котором человек, верящий в Христа, стал “наполовину бессмертен”, подпал под действие всеобщего и необходимого грядущего полного воскресения.

В целом, Несмелов стремится возродить, укрепить в людях христианскую веру, обосновать христианскую нравственность, необходимость жить не “ради счастья”, а по истине, сделать “христианскую веру не безотчетным исповеданием безотчетных формул, а совершенно ясным и совершенно разумным объяснением всей совокупности наших познаний о мире” (В.И. Несмелов. Наука о человеке. Т. 2, с.437).

В русле философского мышления о Безусловном как имманентной основы мирового существования генетическое миропонимание, по убеждению Несмелова, может индуктивно развиваться на почве всех полученных научных знаний о мире, религиозное мышление может “естественно и логически вполне закономерно вступать через посредство философии на почву положительной науки” (В.И. Несмелов. Вера и знание с точки зрения гносеологии, с.93).

Литература

1. Несмелов В.И. Вопрос о смысле жизни в учении Новозаветного откровения. // Русская философия: Конец XIX – начало XX века. – СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 1993.
2. Несмелов В.И. Наука о человеке. Том 1. Опыт психологической истории и критики основных вопросов жизни. Том 2. Метафизика жизни и христианское откровение. Репринтное воспроизведение изданий 1905 и 1906 годов с добавлением биографической статьи (М.Н.Белгородский), отзывает на книгу еп. Антония (Храповицкого) и Н.А.Бердяева, с послесловием протоиерея Игоря Цветкова “Вершины и неудачи “Науки о человеке”, с комментариями. – Казань: Заря-Тан, 1994.
3. Несмелов В.И. Вера и знание с точки зрения гносеологии. Репринтное издание 1913 года с добавлением иллюстрированной вступительной статьи, послесловия и комментария. – Казань, 1992.
4. Епископ Константин (Горянов). Жизнь и творчество В.Несмелова //Человек, 2/92. – М.: Наука, 1992.
5. Киносьян В.А. Загадка человека (о философско-религиозной концепции В.И. Несмелова). Монография. – Казань, 2005.



УДК 141.4

Т.И. Никитина

ВЕРА КАК НЕОБХОДИМЫЙ МОМЕНТ ПОЗНАНИЯ В ГНОСЕОЛОГИЧЕСКОЙ КОНЦЕПЦИИ В.И. НЕСМЕЛОВА

Строя свою гносеологическую концепцию, В.И. Несмелов исходит из понимания познания как психологического процесса, включающего в себя работу мысли, чувство удовольствия и любознательности, волю и феномен веры.

Включение в процесс познания внелогических форм характерно для русских религиозных философов и уходит своими корнями в православную антропологию. В своё время И. Киреевский в поисках оснований для православного мировоззрения обратился к учению отцов церкви, где нашел различие человека “внешнего” и “внутреннего” (христианский антропологический дуализм). Внешний человек – это то, что сегодня назвали бы эмпирической личностью – совокупностью социальных ролей и т.д. Но согласно православной традиции необходимо различать и внутреннего человека – средоточие всех духовных сил, скрытых от обыкновенного состояния духа человеческого. Это средоточие и есть начало цельности, корень индивидуальности. Иными словами, субъектом познания в православной философии выступает целостная духовная личность, а не абстрактно-теоретический разум, что и обуславливает своеобразие теоретико-познавательных построений русских философов.

Гносеологические соображения В.И. Несмелова тоже предопределены его антропологией и во многом (но не во всём) укладываются в русло русской религиозно-философской традиции. В.И. Несмелов различает человека физического, страдающего и наслаждающегося, и человека – личность, которая выражается в свободном самоопределении личного существа к разумной деятельности в мире. Личность формируется моральным сознанием и сознанием её ценности. Таким образом, познающий субъект в гносеологии В.И. Несмелова – это личность – духовное самоопределение. Познание – это особый, специальный процесс душевной деятельности, связь мысли и воли. Определяющим началом этого процесса служит чувство удовольствия как общее выражение благоприятного течения жизни (1, с. 75). Познание осуществляется из потребностей жизни, а не из потребностей мысли.

Соотношение в познавательном процессе различных выражений душевной деятельности (чувства, мысли, воля) определяет её творческий характер, причем не только в построении достижений познания, но и в содержании познания. Познание есть

не всякое построение мысли, а только то, что удовлетворяет чувству любознательности, устраняет волнение неизвестности. Содержание всякого познания, хотя и создаётся работой мысли, в ранге действительного познания оно утверждается только актом воли на основе удовлетворенного чувства любознательности. Таким образом, “всякое познание по самой природе его всегда и обязательно субъективно” (1, с. 77).

Но если природа познания есть всецело субъективная деятельность, то как же знание утверждается в качестве объективного? В качестве знания об объективной действительности? В.И. Несмелов утверждает, что перенос явлений субъективной действительности на объективную представляет собой фактически явление веры. И в этом переносе вера утверждается в качестве действительного познания. В данном положении выражена суть его гносеологической концепции.

Далее ставится вопрос о том, как возможна вера в качестве действительного познания? Ведь вера традиционно противопоставлялась знанию. В.И. Несмелов считает, что противопоставление веры и знания, следовательно, и соотношение веры и знания – проблема ложная. Противоречие между ними мнимое. Знание и вера – два момента единого процесса познания – момент идеальный и фактический. Познание есть продукт развития веры и процесса формирования положительного знания. А всякое положительное знание существует только в формации веры.

Но вера складывается в отношении тех явлений, которые недоступны для мысли непосредственно (объективный мир, Бог). Мысль их полагает только возможными, и человек строит вероятные предположения. Наиболее вероятные суждения подтверждаются как действительные. Различные степени состоятельности мысли есть различные степени обоснованности веры (1, с. 94). Знание есть достоверное положение мысли, которое утверждается в качестве действительного знания фактом свободной воли. Воля обладает творческой силой в построении действительного знания.

Мы видим, что в гносеологической концепции В.И. Несмелова вера непосредственно включена в процесс познания, как его необходимый и основной момент. Она отождествляется с положительным знанием, которое ни в коем случае не характеризуется



объективной истинностью, но той или иной степенью достоверности, обоснованностью веры.

Если у большинства русских религиозных философов вера рассматривается как одна из форм духовного опыта, наряду с рациональными формами, которая обуславливает возможность постижения высших истин, недоступных логическому мышлению, то у В.И. Несмелова само рациональное познание (мысль) трансформируется в веру, выражая переход за пределы сознания. Однако переход этот, конечно, мнимый, вера остается феноменом сознания и никакая воля не может придать ей качество действительного знания – знания об объективном мире. И хотя В.И. Несмелов делает слабый намек на практику, он не может (да и не стремится) выйти за пределы сознания с помощью психологических, душевно-идеальных усилий. “Человек, – утверждает он, – знает и может знать действительность только в фактах своего сознания и переступить за порог своего сознания он никогда и ни в каком случае не может” (1, с. 93). В.И. Несмелов критикует И. Канта за признание ноуменального мира.

Итак, понимание знания как обоснованной веры привело В.И. Несмелова к отрицанию объективной истинности знания. В этом он разошелся с

большинством русских религиозных философов, которые утверждали гносеологический оптимизм в познании внешнего мира, а принцип цельности познания использовали для утверждения возможности объективно-истинного знания. Н.О. Лосский отмечал, что русской философии свойственно острое чувство реальности и чуждо стремление рассматривать содержание внешних перцепций как нечто психическое или субъективное (2, с. 513).

В то же время, такая гносеологическая позиция оставляет В.И. Несмелову в качестве предмета исследования внутренний духовный мир личности и позволяет искать в сознании человека основания религиозной веры и по-новому ставить вопрос об отношении человека к Богу.

Литература

1. Несмелов В.И. Наука о человеке, т. 1. – СПб.: Изд-во центра изучения, охраны и реставрации наследия священника Павла Флоренского, 2000.
2. Лосский Н.О. История русской философии. – М.: “Высшая школа”, 1991.



УДК 141. Т 14

Э.А. Тайсина

ОСНОВНАЯ ГНОСЕОЛОГИЧЕСКАЯ СИНТАГМА: ОТ ЛОКАЛЬНОГО ЗНАНИЯ К БЕСКОНЕЧНОМУ

Методологически ценный концепт “синтагма” – это грамматическая оппозиция “парадигме”, и она выигрывает по сравнению с последней в том, что позволяет учитывать диахронию, таксис – связи и переходы от одной стадии к другой, при сохранении полюбившейся “парадигмы”, и при этом объясняет последовательность переходов *логически* (догматически), т.е. определенно и обоснованно. А.Ф.Лосев в “Философии имени” дает такое определение: **синтагма** – смысловая энергия всего предложения [3, 30]. Не поднимаясь (или не углубляясь) до подлинной диалектики, “синтагма” позволяет перейти от [по определению] обособленных и неизменных парадигм к их связи и явить картину исторически сменяющихся ступеней или “фреймов” зафиксированного, “остановленного движения”. Всякая конкретная наука включает историю своего предмета; и это делается не диалектически, а *синтагматически*: как сет или цепь дискретных состояний, покадровая съемка (до наступления момента овладения мастерством диалектики). Во всяком случае, *настоящее* рассматривается как *данное*, неизменное присутствие, каким-то образом освободившееся из круговорота *майи* или кратилового потока. Наша цель – рассмотреть основную синтагму гносеологии в ее историческом движении, продемонстрировав на примере раннего скептицизма ее методологическую роль и познавательную мощь в деле превращения локального знания в бесконечное. (В данной работе мы не будем рассматривать обыденное сознание и знание).

Локальное знание – это научное знание. Оно ограничено не только и не столько конечным объемом или объектом, потому что последний может быть и глобальным, и даже универсальным, сколько методом, названным еще Платоном “первой навигацией”. Это наивно-реалистическая установка, выраженная в постулате: *объект существует, и он познаваем “сам из себя”*. Такая вера не допускает философского скепсиса, и эта установка незыблемо сохраняется и у современных, пусть даже философствующих, естествоиспытателей (см., например: [1, 170-175]). Бесконечное знание – это философское знание, в котором вера соседствует с сомнением не только в чистоте эксперимента, разрешающей способности прибора или плодотворности следствий теории, но в самом существовании объекта и в его познаваемости. Философская вера в такую возможность зиждется,

правда, на надежде в подлинное бытие (философского же) Абсолюта и на любви к истине. Философское познание вечно связано с вопросом о существенной истинности знания, и “путешествие по времени” основной гносеологической синтагмы – бесконечно.

Разум, логика, мышление не мирятся с призрачностью объекта познания и недостижимостью цели – это против их природы. А *философский разум, философское мышление* способны и само изменение рассматривать метафизически, как субстанцию, присваивая ему – ей – имена, и единое (всеобщее) сделать логически обособленным, единичным, и онтически поставить вопрос о его локализации, реальности существования. Поход к Абсолюту или – это в сущности одно и то же стремление – к Релятиву, взятому как Абсолют, – на фоне сомнения в его существовании – делает философское мышление и философское знание бесконечным.

Принципиальной гносеологической синтагмой, на наш взгляд, следует признать переходящее из тысячелетия в тысячелетие (рас)суждение о соотношении абсолютного и относительного в познании. В афористическом изложении: “Истина существует (или не существует), она едина (или не-едина) и она абсолютна (или не-абсолютна)”. Как писал о таких предельных синтагмах В.И. Несмелов, “...самосознание ничего другого не утверждает, как только бытие – бытие себя самого и бытие не-себя... Утверждение в бытии не-себя неизменно совершается в одном и том же факте сознания – в сознании инобытия”. [4, 132]. Выбор альтернативы остается за философом. (Обратим внимание: любое дихотомическое деление оставляет неопределенным “второй” род, обозначенный отрицательным понятием. Поэтому сами не-существование, не-единство и не-абсолютность бесконечно разнообразны и неисчерпаемы для познания. Но это столь сложно, что требует отдельного исследования).

Дизъюнктивное логическое умение предполагает, что *до* разделения уже существует представление о сторонах деления, а *до* него – о нераздельном целом, или о целостнонерасчлененном едином – аналоге абсолюта, являющемся как множество. Сравнивая достаточное количество объектов и устанавливая их сходство и различие, сознание приступает к разделению, классификации, целенаправленному полаганию границ, мембран (перегородок между “membra” – членами совокупности, представшей как



множество родственных, точнее, подобных элементов). Несомненно, что операции определения (“это есть это” или “то”) операция деления сопутствует с самого начала, и лишь логически мы начинаем с содержания и затем переходим к объему понятия.

Теперь продемонстрируем трудности этой двойной операции, на которой основана возможность именования объекта, расчленения его на виды и подвиды и выбора одной из альтернатив, на примере академического философского текста – комментария А.Ф. Лосева к Сексту Эмпирику [2, 21-38]. II. “История греческого скептицизма как специальной школы”. Эти трудности выражаются в сверх-усилиях дать адекватные определения разновидностям скептицизма. (Дело в том, что существование, самоидентификация и развитие скептицизма совпадают с критико-рефлексивным движением основной гносеологической синтагмы).

- Пиррон (360-270 гг.). Интуитивно-релятивистическое направление. Это еще дорефлексивный, непосредственный скептицизм.

- Аркесилай (глава Средней Академии, 315-241 гг.). Интуитивно-вероятностное направление. В критикуемой Лосевым классификации А. Гедекемейера (A. Goedeckemeyer. Die Geschichte des griechischen Skeptizismus. Leipzig, 1905) сказано, что это – “абсолютно-эвлогистический скептицизм”.

- Карнеад (глава Новой Академии, 214-129 гг.). Рефлекторно-вероятностное направление, даже “теория рефлексивной вероятности”. У А. Гедекемейера – “абсолютно-пробабиллистический скептицизм”.

- Энесидем (I в. до н.э.). Систематический, или рефлексивно-релятивистический скептицизм. 10 тропов (часть из них или все – “призраки” Ф. Бэкона). Гедекемейер называет его “абсолютно-майористический скептицизм”.

- Агриппа и Менодот (I в. н.э.). Логически-релятивистический скептицизм. Пять тропов Агриппы: третий троп переключается с восьмым тропом Энесидема, но – “непознаваемость вещи доказывается на основании соотношения ее не только с бесконечным множеством других вещей, но и с человеческим субъектом”. Гедекемейер использует термин “догматически-позитивистическое учение” [2, 37].

- Секст Эмпирик и Сатурнин (II-III вв. н.э.). Абсолютный скептицизм, граничащий с нигилизмом.

Дополнительно скептицизм Аркесилая назван еще и практически-вероятностным, прагматически-вероятностным, утилитарно-вероятностным и наконец, непосредственно интуитивно-вероятностным, а на с. 32 – учением о непосредственно-данной вероятности.

“Указанными у нас пятью ступенями, или типами, античного скептицизма исчерпывается то, что было сделано скептиками до Секста Эмпирика. Это были типы: 1) интуитивно-релятивистический (Пиррон и

Тимон); 2) интуитивно-вероятностный (Аркесилай); 3) рефлексивно-вероятностный (Карнеад); 4) систематически-материальный (Энесидем) и 5) систематически-логический (Агриппа и младшие скептики). ...И только Секст Эмпирик сделал этот последний шаг, а именно, считать недоказуемыми, неубедительными и скептическими также и все свои собственные аргументы против догматизма”. [2, 38]. При всем пиетете по отношению к автору данного исследования, необходимо отметить отсутствие в приведенной классификации единого признака, положенного в основу деления эксплицируемого понятия “скептицизм”: предикаты “релятивистический” и “вероятностный” явно пересекаются (как и предикаты “рефлексивный”, “систематический” и “логический”), а что такое “материальный” скептицизм – непонятно даже после разъяснений. Однако ценность *изучения* этого эллинистического направления в философии несомненна: оно показывает, как кристаллизовалась принципиальная гносеологическая синтагма.

Для настоящего исследования важно, что упомянутая синтагма, рассуждая логико-рационалистически, получала в истории мышления *два логических*, методолого-метафизических *разрешения*: в пользу абсолютности и в пользу относительности истины. Здесь мы не обсуждаем собственно диалектический ответ: истина одновременно и абсолютна, и относительна... Поставим вопросы так: если рациональность покидает твердую почву логоса, означает ли это автоматически уход на позиции иррационализма, скептицизма и релятивизма? И кроме того: является ли столь же неизменным, как аристотелевская логика, сам скептицизм – прибежище релятивизма?

Скептицизм Аркесилая и Карнеада – разумеется, не то, что скептицизм, скажем, философа XX века Стивена Тулмина. В наше время решительное и откровеннее других, по выражению В.Н. Поруса, ставит точки над i Ричард Рорти – прагматист по самоопределению. Последний решает сразиться с принципиальной синтагмой. Выступая против классической античной, платоновско-аристотелевской парадигматики, в которой, по его мнению, спутаны понятия рациональности и разумной аргументации, Рорти подчеркивает, что *отказ* от классического “словаря” не есть отказ от рациональности и переход на позиции иррационализма или, тем паче, релятивизма. “Наши оппоненты склонны утверждать, что отказаться от этого словаря – значит отказаться от рациональности, что быть рациональным – это именно и значит уважать различия абсолютного и относительного, найденного и сделанного, объекта и субъекта, безусловного и условного, реального и кажущегося. ...Тогда мы, несомненно, иррационалисты. Но... быть иррационалистом в *этом* смысле совсем не значит быть неспособным к какой-либо разумной аргументации... Мы просто



отказываемся... вести разговор по-платоновски..., отвергаем обвинения в том, что мы якобы “релятивисты” или “иррационалисты”, – отвергаем, говоря, что эти обвинения исходят из дистинкций, которые мы как раз и не признаем” [5, 17-18].

Как со всей определенностью высказался “анти-платоник” Р. Рорти, сами эти дилеммы познаваемого и непознаваемого, абсолютного и относительного, объективного и субъективного, открытия и изобретения, реальности и кажимости и т.д. должны быть сняты, тогда засилие Платона и Аристотеля будет, наконец, элиминировано, потеряет смысл любое следствие этого влияния, например, понятия релятивизма или скептицизма, и на заре последних веков утвердится желанная “ризом” без корней и дистинкций – новая разумность без старой рациональности. Постструктуралистская заостренность этих требований и ожиданий так же понятна, как непонятна “новая разумность”. Однако хотелось бы подчеркнуть, пользуясь терминологией Тулмина, что “выживание” популяции понятий в изменяющихся условиях, с нашей точки зрения, есть “медицинский факт”, и что “выжившее” понятие или парадигма – а также синтагма – в разные исторические периоды существенно одни и те же. Так столетний Тициан сохраняет самость, так тысячелетнее онтологическое доказательство бытия Бога блюдет свой смысл, так трехтысячелетний скептицизм удерживает

свой познавательный скепсис, а вера в абсолют поддерживает желание жить и знать. Так локальное знание о существовании и размерах конкретного объекта, о сомнительности чувственных данных, о спорности подавляющего большинства суждений или ограниченности личного опыта становится походом за истиной – мета-локальным и мета-глобальным знанием, путем бесконечным.

Литература

1. Аронов Р.А. Синдром Хлодвиг и интерпретация научного знания // Вопросы философии, № 9, 2004.
2. Лосев А.Ф. Культурно-историческое значение античного скептицизма и деятельность Секста Эмпирика. Вступит. статья к: Секст Эмпирик. Сочинения в 2-х т. Т. I. – М.: Мысль, 1976.
3. Лосев А.Ф. Философия имени // Из ранних произведений. – М., 1990.
4. Несмелов В.И. Наука о человеке. Т. I, II. Репринт 1905, 1906 гг. – Казань: Заря-Тан, 1994.
5. Порус В.Н. Цена “гибкой” рациональности. О философии науки Ст. Тулмина // Вопросы философии № 2, 1999. Со ссылкой на: Рорти Р. Релятивизм: найденное и сделанное // Философский прагматизм Ричарда Рорти и российский контекст. – М., 1997.



УДК 11+14+16: [51+53]

Н.М. Солодухо

ПОНИМАНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА НЕБЫТИЯ

Хотя небытие преследует нас по пятам, грозит нам разрушением и смертью, о небытии мы почти ничего не знаем. Существует мнение, что небытие скрыто от чувственного и интеллектуального взора.

Чем же замещается незнание небытия? Прежде всего, религиозной верой и мифологией. Земное небытие трактуется как вечная загробная жизнь или как мифическое царство мертвых – Аид. Философия и наука дают знание о бытии, при этом диапазон науки уже, но результаты ее точнее. О небытии же, о ничто философия еще пытается что-то говорить, а наука вообще молчит. Мартин Хайдеггер точно подметил: “О Ничто наука ничего знать не хочет” [1, С.16].

Европейская философская традиция, идущая от Парменида (“Есть бытие, а небытия вовсе нету” [2, С.295]), отказывает небытию в онтологическом статусе, в лучшем случае – признает гносеологическую значимость категорий “небытие” и “ничто”. Сам же Парменид утверждал, что путь, направленный на познание небытия, знания не дает: “Не допускай свою мысль к такому пути изысканья. Небытия ни познать ... не сможешь, Ни в слове выразить” [2, С. 295]. Но такая “Философия бытия” не дает ответа на вопрос, откуда все есть, откуда само бытие, из чего происходит реальное существование.

В отличие от этого “Философия небытия” пытается дать свой ответ на этот вопрос: мир бытия понимается как гигантская флуктуация в *онтологически неопределенном* океане небытия [3]. Другая версия: бытие возникает как результат собственного отрицания или аннигиляции небытия. Бытие есть самоуничтожение Ничто. Или, Бытие есть самоуничтожающееся Ничто. Но и обратно: самоуничтожение, аннигиляция бытия приводит к небытию, к ничто [4].

“Философия небытия” – это в целом новая для европейцев философская парадигма, восточной же культуре она более близка: индуистское великое растворение мира и его проявление – День и Ночь Браммы; беззвучные, невидимые, глубочайшие врата рождения мира – Дао у китайцев. Философия небытия предлагает нетрадиционный взгляд на мир в целом, рисует непривычную картину мироздания. Она как философское учение кардинальным образом меняет устоявшееся мировоззрение, в котором центральное место занимает бытие и его проявления. Взамен такому миропониманию “Философия небытия” предлагает совсем иное – за исходный пункт, за точку мирового отсчета она берет не бытие, а его противоположность

– небытие. Именно не бытие, как это считается в подавляющем большинстве философских систем, а небытие выступает основополагающей, исходной философской категорией в предлагаемом учении. В этом принципиальный отход от сложившейся в истории философии традиции. Даже в тех философских системах, где так или иначе использовались понятия небытия, не-сущего, ничто и т.п., они не являлись основополагающими, а служили дополнением, прибавлением, противоположностью к центральным понятиям бытия, сущего, существования и т.п. Это касается и Демокрита, и Платона, и Аристотеля, ... и Гегеля, и Сартра. Правда, есть некоторые исключения из общего правила, скажем, средневековый философ и теолог Экхарт.

Бытие или небытие, с чего берет свое начало мир? Этот вопрос должен быть признан *исходным философским вопросом* [5, С.7-10]. Бытие в самом общем виде, по определению, есть существование как таковое. Небытие – несуществование вообще. Эти крайне абстрактные определения бытия и небытия должны быть дополнены: бытие – существование чего-либо, небытие отсутствие конкретного существования. Так все же, небытие есть или его нет? Если небытия нет, то его нет совсем. Если оно есть, то следует выяснить его реальность, пределы существования и возможности понимания.

Признавая, что небытие *есть*, тем самым признается, что небытие существует. (Как существует, – это уже другой вопрос). Следовательно, бытие (существование) имманентно присутствует в небытии, которое есть. В таком случае бытие – момент небытия. В небытии есть зародыш бытия. В противном случае следует отказаться от рассмотрения проблемы существования абсолютного небытия, так как без бытия к нему не остается подхода.

Гегель, анализируя проблему единства бытия и ничто (проблему становления), признает существование ничто (а через ничто и – небытия); он говорит: “Ничто, взятое в своей непосредственности, оказывается *сущим*, ибо по своей природе оно то же самое, что и бытие. Мы мыслим ничто, представляем его себе, говорим о нем; стало быть, оно *есть*” [6, т.1, С.162]. И здесь Гегель уточняет, о каком существовании идет речь: “ничто имеет свое бытие в мышлении, представлении и т.д.” [6, С.162], т.е. оно существует субъективно. А далее он делает вывод по поводу ничто: “не *оно есть*, не ему, как таковому, присуще бытие, а



лишь мышление или представление есть это бытие” [6, С.162]. Ничто, по Гегелю, связано, соприкасается с некоторым бытием, не отделимо от него, находится в некотором наличном бытии.

У Гегеля много остроумных замечаний по поводу взаимосвязи, взаимопроникновения, совпадения бытия и ничто, и все же за исходную категорию этой диалектической пары в своей философской системе он берет *бытие*. Правда, у него есть и оговорки, типа: “Недозволительно, стало быть, говорить: ничто – основание бытия или бытие основание ничто...” [6, С.164].

Могут сказать: поскольку бытие – это все существующее, а небытие, которое есть, также существует, то небытие – часть всего существующего, т.е. часть бытия. Следовательно, бытие, включающее в себя существующее небытие, шире и основательнее небытия.

Такого рода рассуждения не могут считаться удовлетворительными, поскольку небытие есть отрицание, отсутствие бытия, реального существования чего-либо, а потому существующее небытие не только включается в то, что существует в качестве бытия, и связано с ним, но и исключается из него. К тому же было бы правильным говорить о том, что бытие есть отрицание небытия, его отсутствие.

Все может начинаться с самого простого и неразвитого, в пределе – с ничего. Таковым является чистое небытие. Это абсолютное начало всего сущего. Бытие, как отрицательность, есть несуществование небытия (небытие небытия – в трактовке А.Н.Чанышева [7, С.160]). Следовательно, бытие включает в себя несуществование как момент отношения к своей противоположности – небытию.

Парадокс существования несуществующего обнаруживается уже у античных философов. Так, еще в V в. до н.э. у Демокрита атомы (“чего”) – это “существующее”, а пустота (“ничего”) – “несуществующее”. Однако, как отмечают комментаторы (Аристотель, Асклепий, Александр и др.), у Левкиппа и Демокрита пустота не менее существующая (реальна), чем атомы. Пустота (пустое пространство) не только условие движения атомов, и пустота и атомы – первоиссущности (первоосновы) всех тел. Причем Аристотель и атомы и пустоту называет материальными причинами существующего. В учении Демокрита, в отличие от элеатов, тела не являются сплошными, они пористые: образованы из атомов и пустоты – промежутков, пустот между атомами (внутренняя пустота), или пор (как их называет Эмпедокл). При этом Александр, ссылаясь на Аристотеля, говорит, что согласно Демокриту, атомы и пустота существуют в равной мере в каждой части чувственно воспринимаемых вещей [8, С.251].

Александр, комментируя “Метафизику”, обращает внимание на то, что уже Аристотель, по-видимому,

указывает на противоречивость точки зрения Демокрита. С одной стороны, Демокрит принимает, во-первых, что никакая вещь не может возникнуть из ничего и, во-вторых, что пустота нечто несуществующее. Однако, с другой стороны, он утверждает, что “все возникающее не в меньшей мере состоит и возникает из пустоты, чем из полного” [8, С.266]. В этом случае, как видно, Демокрит допускает возможность возникновения телесного из несуществующего.

Итак, небытие содержит в себе момент бытия, поскольку небытие *существует*. А бытие содержит в себе момент небытия, т.к. *не существует* в качестве небытия. Отсюда мы имеем бытийное существование (бытийное бытие) и небытийное существование (небытийное бытие). К этому надо добавить рассмотрение вопроса о бытийном несуществовании (бытийном небытии) и небытийном несуществовании (небытийном небытии). Как видим, небытие и бытие диалектически сращены, но каково их реальное соотношение – вопрос чрезвычайно сложный.

Начнем с того, что небытие подстигает бытие. В единстве небытия и бытия небытия гораздо (неизмеримо) больше, чем бытия. На каждую единицу бытия приходится бесконечное (минус один) количество единиц небытия. Так, бытие конкретного нечто как такового в данном месте и в данное время означает небытие всего остального (безграничного многообразия форм) в данном месте и в данное время.

Для уточнения понимания бытия и небытия можно использовать субъектный и предикативный подходы. Субъектное определение *бытия* будет следующим – *существующая реальность*; предикативное определение бытия – *реально существующее*. Соответственно, субъектное определение *небытия* – *несуществующая реальность*; предикативное определение небытия – *реально несуществующее*.

Если способ существования бытия – нечто, то способ существования небытия – ничто. При этом следует различать *ничто предметное* и *ничто беспредметное*. Ничто предметное имеет направленность на предмет как таковой, на конкретный предмет бытия. Отсутствие последнего или его видоизменение приводит к предметному ничто. Ничто беспредметное не имеет ориентации на конкретный предмет бытия. Беспредметное ничто выражает отсутствие форм бытия вообще. Ничто предметное – из сферы относительного небытия. Ничто беспредметное – из сферы абсолютного небытия. И относительное, и абсолютное небытие оказываются реальными. В небытии заложен заряд миллиардов возможностей, из которых реализуется в бытии всегда лишь одна. Прошлое и будущее – в небытии, настоящее – бытийно. Если пространство и время принадлежат бытию, то бесконечность и вечность – достояние небытия.



Конкретное небытие имеет несобственное время – бытийное время. Временная система отсчета относительного небытия заключена в реальных формах бытия. Собственное время абсолютного небытия – вечность. А потому небытие пребывает в безвремье. Абсолютное небытие есть всегда.

Конкретное небытие локализовано в несобственном, бытийном пространстве. То, чего еще нет или уже нет, – нет вполне ощутимо для субъекта бытия. Особенно остро ощущается смерть – небытие близкого человека. Абсолютное небытие не имеет пространственной локализации. Собственное пространство абсолютного небытия – бесконечность. Абсолютное небытие всюду в собственном пространстве – бесконечности и нигде в пространстве бытия. Абсолютное небытие – небытийная реальность. Оно реально не существует как бытие, но оно есть в качестве вечности и бесконечности. Разговор о субстанциальном небытии – настоящая метафизика. Это разговор о реально существующем сверхчувственном основании мира.

Конкретное небытие есть не между бытийными предметами: небытие не пустоты, не пустота и пустое пространство, как это представлял Демокрит. Оно есть везде, с другой, обратной, “изнаночной” стороны бытия. Небытие – другой слой, незримо присутствующий за бытием, сопровождающий бытие. Если быть еще более точным, то бытие – это даже не особый слой, который расположен “за”. Небытие “внутри” бытия, наполняет и пронизывает его. Это сущностное небытие имманентно бытию. Сущностное небытие обеспечивает возможность возникновения относительного небытия конкретных бытийных форм.

Бытие есть небытие прошлого и небытие будущего. Небытие – настоящее прошлого и будущее

настоящего. Выход из небытия и вхождение в небытие: для каждого предмета возможен лишь один выход из небытия и одно вхождение в небытие. Это закон перехода небытие – бытие – небытие. В этом законе корень необратимости всех явлений. Из него вытекает однократность жизни каждого человека.

Таким образом, конкретные формы бытия имеют преходящий характер: все, что имеет свое начало (а начало имеет все), имеет и свое окончание. Все из небытия приходит и в небытие уходит. *Небытие есть как отсутствие*. Есть вполне реально, есть онтологически. Абсолютное небытие запредельно, потусторонне, трансцендентно (по отношению к бытию), относительное небытие присутствует в форме отсутствия в феноменологически наблюдаемом бытии.

Литература

1. Хайдеггер М. Время и бытие. – М., 1993.
2. Парменид. О природе // Антология мировой философии. В 4 т. Т.1. Философия древности и средневековья. Ч.1, 1969.
3. Солодухо Н.М. Небытийная основа Вселенной: флуктуационная концепция бытия // Космическое пространство в науке, философии и богословии: Материалы VII Междунар. семинара. – СПб., 1994. – С. 93-95.
4. Солодухо Н.М. Бытие и небытие как предельные основания мира // ВФ, №6, 2001. – С. 176-184.
5. Солодухо Н.М. Философия небытия. – Казань, 2002.
6. Гегель Г. Наука логики // Соч. в 3 т. Т.1. – М., 1970.
7. Чанышев А.Н. Трактат о небытии // ВФ, №10, 1990. – С. 158-165.
8. Лурье С.Я. Демокрит: Тексты, перевод, исследования. – Л., 1970.



УДК 141.4

К.Х. Хайруллин

ИДЕЯ СВЕРХЧЕЛОВЕКА В РУССКОМ КОСМИЗМЕ

В.И. Несмелов писал о великой загадке человека, полагая, что последний несет в себе автономно-идеальное, божественное начало, не выводимое ни из физического мира, ни из социокультурного окружения и не сводимое к ним [1]. С другой стороны, он подчеркивал, что человек, несмотря на свою метафизическую и иномирную сущность, неразрывно связан с окружающим миром и составляет его важнейшую часть. Такой антиномический характер человеческого существа делает его уникальным феноменом, требующим определения его пределов. Решение такой задачи заставляет выйти за рамки традиционной антропологии и конструировать особого рода метаантропологию [2]. Последняя обращается к образам сверхчеловека, метачеловека и богочеловека и, приписывая им черты гениальности, героизма, святости и набрасывая их контуры, видит в них запредельные перспективы человеческого бытия. Мы остановим свое внимание на идее сверхчеловека, которая обосновывалась и развивалась философским направлением, именуемым “русским космизмом” [3].

Следует отметить, что идея сверхчеловека в мировой культуре имеет древние традиции. Она коренится в народных мифах о “полубогах” и “героях”, способных к перевоплощению и обузданию темных мировых сил и побеждающих в жестоких схватках страшных чудовищ или полчища иноземных захватчиков. Представления о сверхчеловеке были связаны и с традицией обожествления правителей: вождей, фараонов, императоров, царей, а также магов, колдунов, пророков, мудрецов и других необыкновенных личностей. Как писал П.Д. Успенский, “народная мудрость никогда не считала человека достижением, венчающим творением. Она правильно оценивала место человека, принимала и допускала ту мысль, что могут и должны быть существа, которые, хотя они тоже являются людьми, все же стоят гораздо выше обыкновенного человека, сильнее его, сложнее, чудеснее” [4, с.128]. Первоначально культурная традиция связывала сверхчеловека с прошлым, со священными временами предков, но потом по мере утверждения идей эволюции и прогресса сверхчеловек стал перемещаться из прошлого в будущее.

Наибольший интерес к проблеме сверхчеловека и дискуссии вокруг этой проблемы вызвал в свое время Ф. Ницше, провозгласивший устами своего героя-пророка Заратустры необходимость прихода сверхчеловека как носителя неукротимой жизненной воли к власти, “танцующей звезды”, “молнии”,

рождаемой из хаоса “темной тучи” человеческой массы. “Бог умер, да здравствует сверхчеловек!” - вот лозунг, выдвинутый Ницше, для которого человек есть лишь “канат над пропастью”, “мост”, открывающий путь к будущему сверхчеловеку [5, с. 301]. Весь пафос утверждаемого культа сверхчеловека был направлен у Ницше против серости, лицемерия и ханжества затягивающего в болото мещанства и за обновление господствующей системы культурных ценностей и норм морали. Однако, отрицая человека в его несовершенстве, превосходя его по могуществу и способностям, сверхчеловек в представлениях немецкого философа обретает демонические черты. Оказавшись “по ту сторону добра и зла” и одержимый желанием власти и победы в борьбе, он, скорее, выглядит воинствующим разрушителем земных порядков, чем созидателем нового мира, хотя Ницше и стремился приписать ему черты творца. Сверхчеловечность купающегося в стихии своих страстей ницшеанского потомка человека оборачивается бесчеловечностью, произволом, несущими угрозу земной жизни, отрицанием преемственности в человеческой эволюции. Это хорошо понимал основоположник русского космизма Н.Ф. Федоров, который считал, что “сверхчеловечество может быть и величайшим пороком и величайшей добродетелью” [6, с. 557]. Первый вариант реализуется, если оно будут состоять из ницшеанских потомков человека, нуждающихся в слугах и врагах, закаливающих свою волю в войне, второй - если его образуют будущие равноправные и совершенные сверхлюди, отказавшиеся от всяких войн, объединенные великим общим делом борьбы со смертью и за обращение слепых, стихийных сил природы в регулируемые и управляемые, достигшие физического бессмертия. Сверхчеловек Федорова – это суперсущество, обладающее автотрофностью и “полноорганностью”, т.е. способное обновлять и видоизменять свое тело, наделяя его каким-то новыми функциями [6, с. 337, 405, 438]. Это бессмертный деятель, победивший пространство и время и занятый реализацией проекта воскрешения своих умерших предков. В конечном счете, у Федорова сверхчеловечество, широко распространившееся в космическом пространстве и заселившее иные миры, обретает черты Абсолюта как устроителя “Царства Божьего” в масштабах Вселенной. Сквозь фантастический образ федоровского сверхчеловека проступают черты целеустремленной и нравственной



личности, почитающей память о своих предках, живущей интересами рода человеческого и стремящейся сделать все возможное для укрепления общечеловеческой солидарности, сохранения высоких человеческих ценностей и утверждения бессмертия человечества.

К важности идеала сверхчеловека пришел и другой представитель русского космизма В.С. Соловьев, определявший человека как “становящееся абсолютное”. С точки зрения этого выдающегося философа, человек в себе несет возможность неограниченного самосовершенствования, и ему дана свобода для ее реализации. “Какой-то залог высшей природы в глубине души человеческой заставляет нас хотеть бесконечного совершенства; размышления указывает нам не всегдашний и всеобщий факт нашего несовершенства... Человеку естественно хотеть быть лучше и больше, чем он есть в действительности, ему естественно тяготеть к идеалу сверхчеловека”. И далее Соловьев пишет, что “да и вся история только о том и говорит, как собирательный человек (т.е. человек как родовое существо – К.Х.) делает лучше и больше самого себя, перерастает свою наличную действительность, отодвигая ее в прошлое, а в настоящее выдвигая то, что недавно было чем-то противоположным действительности – мечтою, субъективным, идеалом, утопией” [7, с. 629]. Соловьев связывал претворение идеала сверхчеловека в действительность со становлением Богочеловечества.

Наши замечательные ученые, создатель учения о биосфере и ноосфере В.И. Вернадский и основоположник космонавтики К.Э. Циолковский допускали возможность появления в отдаленном будущем постчеловека, который придет на смену современному типу человека. Они исходили из того, что творческие потенции человека ничем не ограничены, и в ходе своей последовательной эволюции человек достигнет вершин могущества и совершенства и видоизменится. Вернадский считал, что “*Homo sapiens* не есть завершение создания, он не является обладателем совершенного мыслительного аппарата. Он служит промежуточным звеном в длинной цепи существ, которые имеют прошлое, и, несомненно, будут иметь будущее” [8, с. 75]. Ноосфера откроет возможность возникновения в будущем сверх- или постчеловеческих существ более совершенных, чем современный человек. Циолковский также рассматривал человека как незрелое, но перспективное разумное существо, которое в ходе своей дальнейшей эволюции может обрести гораздо более совершенную, долговечную и универсальную форму. Циолковский выдвигал идею управляемой человеком эволюции, т.е. автоэволюции. По его мнению, при достижении очень высокого уровня социального, нравственного и научно-технического прогресса наступят времена, “... когда человек примется за преобразование своего тела” [9, с. 267]. Автоэволюция увязывалась им,

главным образом, с решением двух задач: кардинальным удлинением человеческой жизни и приспособлением человека к жизнедеятельности в непривычной для него внеземной среде. Биологическая перестройка человека, конечно, повлечет коренные перемены в его психологической и духовной сфере, в отношениях между людьми и во многом другом, что составляет человеческую жизнь. Какие это будут перемены, об этом можно сейчас только гадать. Но, как думал Циолковский, наши отдаленные потомки найдут способы согласования изменений разных сторон человеческой натуры в ходе ее автоэволюции.

Циолковский полагал, что в ходе обживания космического пространства могут образоваться разные космические человеческие расы, способные обитать в неодинаковых условиях, имеющие несхожие образы жизни, а человечество многократно увеличится в количественном отношении. Если это когда-нибудь произойдет, то осуществится антропологическая революция – ведь человечество тогда будут состоять из разных типов людей.

Таким образом, космизм предполагает возможность появления сверх- (или пост) человека в отдаленном будущем, и он эту возможность связывает с научно-техническим, социальным и нравственным прогрессом, с борьбой со старостью, смертью, с автоэволюцией, основанием космоса и созданием ноосферы.

Однако при оценке будущего человека и человечества в современной философской литературе обосновывается и утверждается совершенно другая мировоззренческая позиция, отвергающая идеи космизма и возможность будущего появления сверхчеловека. Эта позиция, антикосмизма, выражена в работах В.А. Кутырева [10], И.А. Резанова [11], Л.В. Фесенковой [12], С.С. Хоружего [13] и некоторых других авторов. Ее можно выразить в следующих тезисах: 1) познавательные, творческие возможности человека достаточно жестко ограничены, и ему не следует стремиться выйти за определенные природой или богом пределы, например, на других планетах он жить никогда не сможет, т.е. человеческая судьба навек связана с земной биосферой; 2) человечество обязано законсервировать рост народонаселения или даже его сократить до оптимального минимума в соответствии с возможностями биосферы, не надеясь на ресурсы, открываемые при освоении космоса; 3) сложившиеся структуры биосферы и человеческого организма должны в будущем остаться неизменными, поскольку всякая серьезная попытка искусственного усовершенствования приведет к катастрофе или даже гибели биосферы и человека; 4) никакого нового биологического типа человека в будущем не появится, а само стремление к сверх- (или пост) человеку носит утопический и антигуманный характер. Таким образом, консервативная позиция выражает желание сохранить все как есть и ничего кардинального не



менять в природе человека и земного мира. В современных условиях, когда происходят глобальные перемены и идет поиск путей выхода из кризисного состояния человеческой цивилизации, эта позиция имеет право на существование. Например, она справедливо предостерегает против поспешных попыток реализации проектов по клонированию человека, перестройке балансов биосферы и переделке человеческого организма. Но в то же время нельзя не видеть ее ограниченность и отсутствие в ней какой-то стратегической цели и перспективы. По существу, консервативный взгляд на будущее человечества смыкается пессимистической точкой зрения, согласно которой зло в человеке и мире неискоренимо и надо смириться с существующим положением вещей [14].

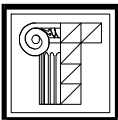
Если считать, что человеку присуще постоянное и неограниченное становление, то он нуждается в эволюционной стратегической цели. Таковой может быть идеал сверхчеловека как существа, достигающего недоступного современным людям уровня могущества и совершенства и в концентрированном виде, выражающем лучшие физические и духовные качества человеческой натуры. В космизме он обозначает достаточно отдаленную возможность появления более совершенного и долговечного разумного существа, чем *Homo sapiens* в ходе длительной эволюции человеческого рода. Ничего антигуманного в допущении такой возможности, на наш взгляд, нет. Если человек как бы несет в себе зародыш будущего более высокого существа, чем он сам, то это только возвеличивает человека и определяет его в качестве важнейшего звена во вселенской эволюции. Но необходимо кардинально углублять знания о человеке и открывать новые пути его самосовершенствования, поскольку сам человек – это микрокосм, далеко еще до конца непознанный и неосвоенный, что подчеркивал в свое время В.И. Несмелов, глубоко веривший в возможность преодоления даже самых коренных человеческих пороков и слабостей.

Конечно, будущий сверхчеловек никогда не появится, если человеческий род выродится или

погибнет в результате какой-то глобальной катастрофы. Поэтому самосохранение человечества и выработка верной стратегии его выживания, преодолевающей эволюционные тупики и кризисы, имеет первостепенное значение не только для современных людей, но и для их отдаленных потомков.

Литература

1. Киносьян В.А. Загадка человека (О философско-религиозном учении В.И. Несмелова). – Казань, 2005. – 162 с.
2. Хамитов Н.В. Философия человека: от метафизике к метаантропологии. – Киев, 2002. – 335 с.
3. Хайруллин К.Х. Философия космизма. – Казань, 2003. – 370 с.
4. Успенский П.Д. Новая модель вселенной. – СПб., 1993. – 560 с.
5. Ницше Ф. Так говорил Заратустра // Ф. Ницше. По ту сторону добра и зла. Сочинения. – М.: Харьков, 1999. – С. 295-556.
6. Федоров Н.Ф. Сочинения. – М., 1982. – 711 с.
7. Соловьев В.С. Идея сверхчеловека // В.С. Соловьев. Сочинения в 2 т. – М., 1988. – Т. 2. – С. 626-635.
8. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. – М., 1988. – 520 с.
9. Циолковский К.Э. Живые существа в космосе // К.Э. Циолковский. Грезы о земле и небе. – Тула, 1986. – С. 261-276.
10. Кутырев В.А. Естественное и искусственное: борьба миров. – Нижний Новгород, 1994. – 199с.
11. Резанов И.А. Жизнь и космические катастрофы. – М., 2003. – 240 с.
12. Фесенкова – Евгеника и утопическое сознание // Л.В. Фесенкова –Евгеника в дискурсе глобальных проблем современности. – М., 2005. – С. 52-70.
13. Хоружий С.С. Неотменимый антропоконтур. 2. Кантовы антропотомки. // Вопросы философии, 2005, №2. – С. 72-102.
14. Гаджиев К.С. Апология Великого Инквизитора // Вопросы философии, 2005, №4. – С. 3-22.



УДК 621.9

Е.Р. Газизов

АНОДНОЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЕ КРИВОЛИНЕЙНЫМ КАТОДОМ ПРИ НЕРАВНОМЕРНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ АНОДА

Разработан численно-аналитический метод расчета анодного формообразования катодом-инструментом с криволинейной границей с учетом неравномерной поляризации анода и пассивирующих свойств электролита.

Для моделирования процесса ЭХО могут быть приняты положения теории “идеального электрохимического формообразования” [1]. Постановки задач ЭХО и методы их решения достаточно полно изложены в монографии [2]. Одно из новых возможных направлений уточнения модели ЭХО – учет неравномерной поляризации электродов, что и было сделано в [3] для катода-инструмента в виде клина. В настоящей работе исследуется учет неравномерной поляризации электродов для криволинейного катода-инструмента.

Постановка задачи и сведение ее к решению нелинейного интегрального уравнения. Требуется определить форму анодной границы Γ_0 при стационарном электрохимическом формообразовании криволинейным катодом-инструментом Γ_1 так, чтобы при этом потенциал электрического поля ψ удовлетворял следующим граничным условиям:

$$\psi = Q \text{ на } \Gamma_1, \quad (1)$$

$$\psi = F_0 \left(\frac{\partial \psi}{\partial n} \right) \text{ на } \Gamma_0. \quad (2)$$

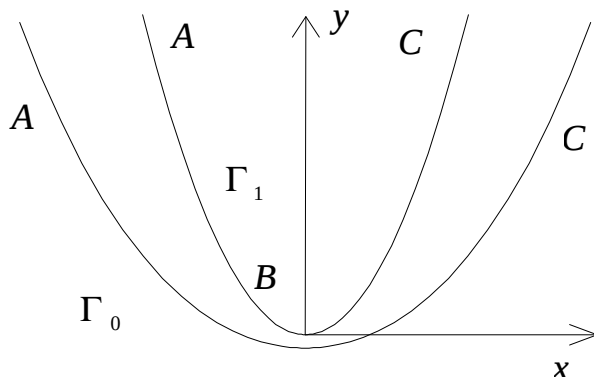


Рис. 1

$$\lambda \left(\frac{\partial \psi}{\partial n} \right) \frac{\partial \psi}{\partial n} = \cos \theta \text{ на } \Gamma_0. \quad (3)$$

Условие (2) учитывает неравномерную поляризацию анода, а условие (3) – пассивирующие свойства электролита. Здесь θ – угол наклона к оси x касательной к Γ_0 ; n – нормаль к Γ_0 ; F_0 – известная функция. Ось x направлена перпендикулярно направлению подачи катода-инструмента. Q – заданное постоянное значение потенциала на Γ_1 (рис.1).

Катод-инструмент Γ_1 задан в виде $\theta = F(S)$, где S – длина дуги.

Разрешим уравнение (3) относительно $\partial \psi / \partial n$, и выразим $\partial \psi / \partial n$ как функцию от θ на Γ_0

$$\partial \psi / \partial n = f_1(\cos \theta). \quad (4)$$

Тогда из (2) выразим ψ на Γ_0 в виде

$$\psi = f_0(\cos \theta). \quad (5)$$

Отобразим конформно область течения в физической плоскости на полосу $D_t = \{0 < \eta < \pi/2\}$ в плоскости комплексного переменного $t = \xi + i\eta$ так, чтобы бесконечно удаленные точки A и C канала перешли в бесконечно удаленные точки полосы слева и справа, соответственно, а точка B – в точку $t = i\pi/2$ (рис. 2). Введем аналитическую функцию $\chi(t) = \ln(dz/dt) = r + i\theta$ и обозначения

$$\begin{cases} \operatorname{Re} \chi(t) = r^0(\xi), \operatorname{Im} \chi(t) = \theta^0(\xi), t = \xi, -\infty < \xi < \infty, \\ \operatorname{Re} \chi(t) = r^1(\xi), \operatorname{Im} \chi(t) = \theta^1(\xi), t = \xi + i\pi/2, -\infty < \xi < \infty. \end{cases}$$

Если функция $\chi(t)$ найдена, то искомое конформное отображение $z(t)$ определяется интегралом

$$z(t) = \int_0^t \exp(\chi(t)) dt,$$

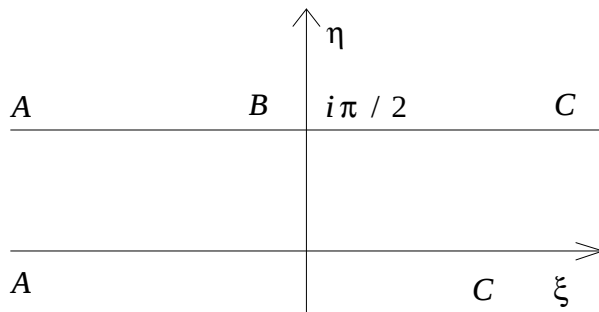


Рис. 2

а форма анодной границы Γ_0 отыскивается в параметрическом виде:

$$x(\xi) = \int_0^{\xi} \exp(r^0(\xi)) \cos \theta^0(\xi) d\xi,$$

$$y(\xi) = \int_0^{\xi} \exp(r^0(\xi)) \sin \theta^0(\xi) d\xi.$$

Поставим краевую задачу для определения аналитической в области D_t функции $\chi(t)$. На поверхности клина при $\eta = \pi/2$ функция $\chi(t)$ удовлетворяет условию

$$\text{Im } \chi(t) = \theta^1 = F(S) \quad (6)$$

На свободной поверхности (при $\eta = 0$) выполняются соотношения (4), (5). С их помощью выведем условие, которому удовлетворяет функция $\chi(t)$ на свободной поверхности. Введем в рассмотрение комплексный потенциал течения

$W = \phi + i\psi$. Для функции $\frac{dW}{dt} = \frac{d\phi}{dt} + i \frac{d\psi}{dt}$ во

вспомогательной области выполняются следующие граничные условия:

$$\text{Im } \frac{dW}{dz} = \frac{d\psi}{dt} = 0 \text{ при } t = \xi + i\eta, -\infty < \xi < \infty;$$

$$\text{Re } \frac{dW}{dz} = \frac{d\phi}{dt} \text{ при } t = \xi, -\infty < \xi < \infty.$$

Решение смешанной краевой задачи определения в области D_t аналитической функции dW/dt по ее действительной части на нижней границы полосы и ее мнимой части на верхней границе дается формулой:

$$\frac{dW}{dt} = \frac{i}{\pi} \left(\int_{-\infty}^{\infty} \frac{d\psi/dt}{ch(\xi-t)} d\xi - \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d\phi/dt}{sh(\xi-t)} d\xi \right).$$

Разделим действительную и мнимую части функции при $t=s$ и найдем выражение, связывающее функции $d\psi/dt$ и $d\phi/dt$, в операторном виде:

$$\frac{d\psi}{ds} = -B[\gamma], \quad (7)$$

где $\gamma = d\phi/d\xi$, B - сингулярный оператор (интеграл понимается в смысле главного значения),

$$B[\gamma] = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\gamma d\xi}{sh(\xi-s)}.$$

Проинтегрировав выражение (7), получим искомую формулу

$$\psi = -CB[\gamma] + \psi(-\infty), \quad (8)$$

где $\psi(-\infty)$ - потенциал электрического поля на Γ_0 при $\xi \rightarrow -\infty$, C - линейный оператор, имеющий вид

$$C[u] = \int_{-\infty}^{\xi} u(\xi) d\xi.$$

Для того, чтобы найти константу интегрирования $\psi(-\infty)$, используем условие (1). Проинтегрировав функцию $d\psi/d\eta$ по вертикальному отрезку, удаленному на $-\infty$, с учетом того, что $d\psi/d\eta = d\phi/d\xi = \gamma(-\infty)$, найдем $\psi(-\infty) = Q - \pi\gamma(-\infty)/2$. В итоге (8) перепишем в следующем виде:

$$\psi = P[\gamma] + Q, \text{ где } P[\gamma] = -CB[\gamma] - \pi\gamma(-\infty)/2.$$

Известно, что $\partial\psi/\partial n = \partial\phi/\partial S$, следовательно, учитывая (4) и $dS/d\xi = |dz/dt| = \exp(r^0)$, получим

$$\gamma = d\phi/d\xi = f_1(\cos \theta^0) \exp(r^0). \quad (9)$$

Таким образом, учитывая (9), имеем

$$\psi = P[f_1(\cos \theta^0) \exp(r^0)] + Q, \quad (10)$$

а учитывая (1), получим

$$\psi = f_0(\cos \theta^0). \quad (11)$$

Скомбинировав (10) и (11), получим условие, которому удовлетворяет функция $\chi(t)$ на свободной поверхности

$$P(f_1(\cos \theta^0) \exp(r^0)) + Q = f_0(\cos \theta^0). \quad (12)$$

Условия (6), (12) определяют нелинейную краевую задачу определения аналитической функции $\chi(t)$ в полосе D_t , которую можно свести к решению системы нелинейных интегральных уравнений.

Предположим, что функция $r^0(\xi)$ известна.

Условие $\operatorname{Re} \chi(\xi) = r^0(\xi)$ и соотношение (6) представляют собой условия смешанной краевой задачи для аналитической в полосе D_t функции $\chi(t)$: на верхней границе полосы задана мнимая часть $\chi(t)$, на нижней - действительная. Решение такой задачи дается формулой:

$$\chi(t) = \frac{i}{\pi} \left(\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\theta^1(\xi)}{ch(\xi-t)} d\xi - \int_{-\infty}^{\infty} \frac{r^0(\xi)}{sh(\xi-t)} d\xi \right).$$

Разделив действительную и мнимую части функции $\chi(t)$ при $t = s$ в полученном выражении, найдем связь между функциями $r(\xi)$ и $\theta(\xi)$ в операторном виде:

$$\theta^0 = A[\theta^1] - B[r^0], \quad (13)$$

$$r^1 = -B[\theta^1] + A[r^0], \quad (14)$$

где $A[u] = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{ud\xi}{ch(\xi-s)}$, а B - определенный

ранее оператор.

Так как $S = \int_{-\infty}^{\xi} \exp(r^1) d\xi = C[\exp(r^1)]$, то

выражение (6) запишется в виде

$$\theta^1 = F(C[\exp(r^1)]) \quad (15)$$

Воспользовавшись выражениями (13), (14), запишем систему нелинейных интегральных уравнений относительно r^0 и θ^1 :

$$f_0(\cos(A[\theta^1] - B[r^0])) = P[f_1(\cos(A[\theta^1] - B[r^0])) \exp(r^0)] + Q, \quad (16)$$

$$\theta^1 = F(C[\exp(-B[\theta^1] + A[r^0])]). \quad (17)$$

Таким образом, для решения задачи необходимо решить полученную систему уравнений (16)-(17), которая является нелинейной и решается численно методом Ньютона.

Числовые расчеты. Найдена форма детали в случае, когда катод-инструмент имеет форму параболы $y = x^2$ (рис. 3). Для числового расчета использовалась зависимость выхода по току для пассивирующих электролитов, представленная в работе [4]: $\eta(I) = ((I - I_{kp})\lambda_{\max}) / I$, $I \geq I_{kp}$, со следующими значениями параметров: $\kappa = 10 \text{ ом}^{-1} \text{ м}^{-1}$

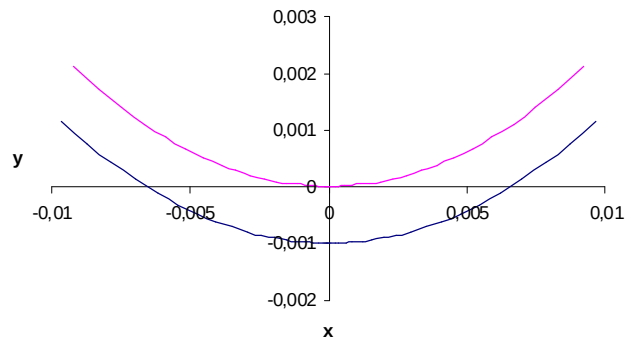


Рис. 3

(электропроводность среды), $\Delta u = 12 \text{ В}$ (разность потенциалов), $Q = 4 \times 10^{-4} \text{ м}$ (торцевой зазор), $\lambda_{\max} = 2/3$ (максимальный выход по току), $I_{kp} = 5 \times 10^4 \text{ ам}^{-2}$ (критическая плотность тока, при которой прекращается электрохимическая обработка). Ток в торцевом зазоре вычислялся по формуле $I_t = \Delta u \kappa / Q$. Таким образом, значение коэффициента выхода по току для I_t равно

$$\eta(I_t) = ((I_t - I_{kp})\lambda_{\max}) / I_t.$$

Переход к безразмерному виду производится следующим образом:

$$\lambda(I/I_t) = \frac{\eta(I)}{\eta(I_t)} = \frac{I_t(I/I_t - I/I_{kp})}{I(1 - I_{kp}/I_t)}.$$

И после введения обозначений $k = I_{kp}/I_t$ и $V = I/I_t$, окончательно получаем безразмерную зависимость в виде

$$\lambda(V) = \frac{V - k}{V(1 - k)},$$

которая и использовалась ($k = 1/6$). При расчетах принималась зависимость потенциала анода от плотности тока в виде:

$$\psi = \varepsilon \ln(\partial \psi / \partial n) = \varepsilon \ln(F(\cos \theta)),$$

где ε - малый параметр ($\varepsilon = 0,01$).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 05-01-00794).

Литература

1. Житников В.П., Зайцев А.Н. Математическое моделирование трехкоординатной последовательно-строчной электрохимической обработки



- непрофилированными электродами-инструментами. Постановка задачи и линейное приближение // Известия вузов. Авиационная техника, №4, 1994. – С. 30 - 37.
2. Каримов А.Х., Клоков В.С., Филатов Е.И. Методы расчета электрохимического формообразования. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1990. – 156 с.
3. Газизов Е.Р., Маклаков Д.В. Анодное формообразование двугранным катодом при неравномерной поляризации анода // Известия вузов. Авиационная техника, №4, 2002. – С. 55-57.
4. Седыкин Ф.В., Орлов В.П., Матасов В.Ф., Соколов Б.М. К вопросу о взаимосвязи между поляризационными явлениями и анодным выходом по току // Технология машиностроения. Электрохимические и электрофизические методы обработки металлов. – Тула: Изд-во Тульского политехнического института, 1976. – С. 3 - 8.