

УДК 54.99

Н.Ф. Латыпов – кандидат медицинских наук, доцент

Р.Г. Уразманов – кандидат химических наук, профессор, заведующий кафедрой

Кафедра физического воспитания и спорта

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

К РАЗМЫШЛЕНИЮ О СОСТОЯНИИ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ

В Законе Российской Федерации «Об образовании» в частности говорится: «Образовательное учреждение создает условия, гарантирующие охрану и укрепление здоровья обучающихся». Каково же здоровье наших студентов? Разрешением этого вопроса преподаватели кафедры физвоспитания и спорта занимаются в течение ряда лет.

Нами определялась динамика уровней физического состояния (УФС) и здоровья (УФЗ) студентов в первые четыре года обучения (в период обязательных занятий физической культурой согласно программе) и их невротическое состояние в последние годы.

Под УФС понимается комплексная величина, слагаемая из функционального состояния, физического развития и физической подготовленности. УФС определяется по формуле (Л.Я. Иващенко):

$$УФС = \frac{700 - 3 \times ЧСС - 2,5 \times АД_{\text{средн.}} \times \text{возраст} + 0,28 \times \text{вес}}{350 - 2,6 \times \text{возраст} + 0,21 \times \text{рост}},$$

$$\text{где } АД_{\text{средн.}} = \frac{АД_{\text{сист.}} + 2АД_{\text{диаст.}}}{3},$$

ЧСС – частота сердечных сокращений, АД_{средн.} – артериальное давление “среднее”, АД_{сист.} – артериальное давление систолическое “верхнее”, АД_{диаст.} – артериальное давление диастолическое “нижнее”.

УФЗ (Г. Апанасенко) определяется по показателям ЧСС, АД, времени восстановления ЧСС после стандартной физиологической пробы Мартина, по отношению массы тела к росту, жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ) – к массе тела.

Различают 5 уровней физического состояния и здоровья: 1 – низкий, 2 – ниже среднего, 3 – средний, 4 – выше среднего, 5 – высокий. Для удобства интерпретации полученных данных 1 и 2 уровни мы объединили в одну группу «А», а 4 и 5 уровни – в группу «В».

Нами обследовано 2252 человека первых четырех курсов (976 – 1 курса, 643 – 2, 351 – 3, 282 – 4), из них: занимавшихся в отделении спортивного совершенствования (ОСС) – 549 человек, основном медицинском отделении (ОМО) – 1383 человека, специальном медицинском отделении (СМО) – 320 человек.

В ОСС количество студентов 2 курса (см. таблицы) с УФС группы «А» (физически слабые)

Таблица 1

Распределение студентов по УФС

	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	Всего
ОСС (всего)	199 чел.	117 чел.	127 чел.	106 чел.	549 чел.
Гр. «А»	33 чел. (16,55%)	23 (19,3%)	25 (14%)	13 (12,3%)	
Гр. «В»	82 чел. (41%)	47 (40,3%)	67 (52,7%)	58 (54,7%)	
ОМО (всего)	689 чел.	439 чел.	152 чел.	103 чел.	1383 чел.
Гр. «А»	50 чел. (7,2%)	26 (5,9%)	13 (8,55%)	6 (5,42%)	
Гр. «В»	241 чел. (35%)	235 (53,6%)	71 (46,7%)	47 (45,6%)	
СМО (всего)	88 чел.	87 чел.	72 чел.	73 чел.	320 чел.
Гр. «А»	19 чел. (21,6%)	11 (12,6%)	11 (15,3%)	10 (13,7%)	
Гр. «В»	41 чел. (46,6%)	41 (47,1%)	32 (44,4%)	29 (39,7%)	



Таблица 2

Распределение студентов по УФЗ

	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс
ОСС				
Гр. «А»	66 чел. (33,2%)	43 (36,6%)	44 (35%)	41 (38,7%)
Гр. «В»	30чел. (15,1%)	17 (14,3%)	38 (30%)	27 (26,4%)
ОМО				
Гр. «А»	193 чел. (28%)	114(26%)	38 (25%)	24 (23,3%)
Гр. «В»	138 чел.(20%)	97(22,1%)	32(21%)	21 (20,4%)
СМО				
Гр. «А»	53 чел. (60,2%)	49 (56,3%)	35 (48,6%)	37 (50,6%)
Гр. «В»	9 чел. (10,2%)	7 (8%)	4 (5,5%)	4 (5%)

увеличилось на 2,8%, группы «В» («крепкие») – уменьшилось на 0,7 %. Суммарное ухудшение в сравнении с 1-ым курсом – на 3,5% . На 3-ем курсе в сравнении со 2-ым отмечается значительное улучшение (17,7%), на 4-ом курсе в сравнении с 3-им – улучшение на 3,7%.

В отделении спортивного совершенствования наихудшее положение фиксируется на 2-ом курсе, что, возможно, объясняется повышенными физическими нагрузками, не обеспеченными в должной мере восстановительными мероприятиями. На 3-ем курсе ситуация значительно меняется в лучшую сторону, на 4-ом курсе наряду с ростом спортивного мастерства физическое здоровье спортсменов начинает ухудшаться (сдвиг УФЗ равен 7,3%).

В основном медицинском отделении наилучшее положение наблюдается на 2-ом году обучения, но на 3-ем курсе УФЗ снижается в связи с переходом на одноразовые обязательные занятия физической культурой и высокими требованиями со стороны других дисциплин. Некоторое повышение УФС и УФЗ на 3-ем курсе обусловлено оттоком части занимающихся в специальное медицинское отделение.

В СМО, как и в ОМО, лучшее состояние отмечается на 2-ом курсе, наихудшее на 4-ом.

Полученные данные настоятельно требуют оптимизации физических нагрузок по объему и интенсивности, тщательной проработки вопросов восстановительного характера, введения обязательных двухразовых занятий физической культурой на старших курсах.

Невротическое состояние студентов определялось путем анкетирования, основанного на клиническом опроснике, разработанном сотрудниками кафедры психиатрии Казанского

медицинского института К.К. Яхиным и Д.М. Менделевичем (1978 г.)

Характер невротического состояния определяется по следующим шкалам:

1. Шкала тревоги, выявляющая снижение порога возбуждения;
2. Шкала невротической депрессии, включающая в себя симптомы, характеризующие сниженный фон настроения;
3. Шкала астении, определяющая психическую и физическую гиперестезию;
4. Шкала истерического типа реагирования, отражающая основные тенденции истерической личности;
5. Шкала абсессивно-фобических нарушений, включающая в себя признаки неуверенности в своих поступках и решениях;
6. Шкала вегетативных нарушений, характеризующая неустойчивость сосудистого тонуса, нарушение сна.

В анкетировании приняли участие 1363 студента первого года обучения (756 юношей, 607 девушек), 559 из них имеют то или иное количество отклонений, что составляет 41% (196 юношей – 26,2%, 361 девушка – 59,5%). Наиболее тревожная картина складывается у студентов Института архитектуры и дизайна (ИАиД) – 52% и экономического факультета – 47,4%. Чаше отклонения отмечаются у юношей ИАиД – 51,8%, у девушек строительного-технологического факультета (СТФ) – 78,3%.

Психоневротическое состояние увязывается и с общесоматическим состоянием здоровья. Количество студентов специальных медицинских групп и групп ЛФК, имеющих отклонения, превалирует над занимающимися в группах общей физической подготовки и спортивного совершенствования (51,4% против 36,8%).



Таблица 3

Показатели невротического состояния студентов 1-го года обучения по медицинским группам

Количество отклонений	1	2	3	4	5	6	Всего с отклонением		Без отклонений	Всего							
ОФП	169	9%	89	10%	35	4%	18	2%	17	1,9%	15	1,7%	343	38,4%	550	61,6%	893
СС	9	11,4%	2	2,6%	2	2,6%	4	5%					15	19%	64	81%	79
ОФП+СС	178	18,3%	91	9,4%	35	3,6%	2	2,3%	17	1,7%	15	1,5%	358	36,8%	614	63,2%	972
СМГ	80	23,8%	42	12,5%	10	3%	14	4,2%	14	4,2%	12	3,6%	172	51,2%	164	48,8%	336
ЛФК	18	32,7%	4	7,3%	4	7,3%	2	3,6%	1	1,8%			29	52,7%	26	47,3%	55
СМГ+ЛФК	98	25,1%	46	11,8%	14	3,6%	16	4,1%	15	3,8%	12	3,1%	201	51,4%	190	48,6%	391
Всего	276	20,2%	137	10,1%	49	3,6%	38	2,8%	32	2,3%	27	2%	559	41%	804	59%	1363

ОФП – группы общей физической подготовки
 СС – группы спортивного совершенствования
 СМГ – специальная медицинская группа
 ЛФК – группы лечебной физической культуры



Таблица 4

Показатели невротического состояния студентов 1-го года обучения по количеству отклонений

	Всего	1	2	3	4	5	6	Всего с отклонением	Без отклонений							
АФ	Жен.	147	32	21,8%	15	10,2%	8	5,4%	7	4,8%	7	4,8%	76	51,7%	71	48,3%
	Муж.	54	7	13%	6	11,1%	5	9,3%	4	7,4%	3	5,6%	28	51,8%	26	48,1%
	Всего	201	39	19,4%	21	10,4%	13	6,5%	11	5,5%	10	5%	104	52%	97	48%
СФ	Жен.	98	34	35%	15	15,3%	7	7%	3	3,1%	2	2%	63	64%	35	36%
	Муж.	251	37	14,3%	19	7,6%	4	1,6%	3	1,2%	3	1,2%	69	27,5%	182	72,5%
	Всего	349	71	20,3%	34	10,9%	11	3,2%	6	1,7%	5	1,4%	132	37,8%	217	62,2%
СФ	Жен.	23	8	34,8%	6	26,1%	1	4,3%	1	4,3%	1	4,3%	18	78,3%	5	21,7%
	Муж.	61	7	11,5%	2	3,3%	1	1,6%	1	1,6%	1	1,6%	13	21,3%	48	78,7%
	Всего	84	15	17,9%	8	9,5%	2	2,4%	2	2,4%	2	2,4%	31	36,9%	53	63,1%
АДФ	Жен.	45	11	24,4%	6	13,3%	4	8,9%	3	6,7%	2	4,4%	28	62,2%	17	37,8%
	Муж.	144	20	13,9%	10	6,9%	1	0,7%	2	1,4%	3	2,1%	37	25,7%	107	74,3%
	Всего	189	31	16,4%	16	8,5%	5	2,6%	5	2,6%	5	2,6%	65	34,4%	124	65,6%
ФИСИЭ	Жен.	106	35	33%	17	16%	3	2,8%	7	6,6%	4	3,8%	69	65,1%	37	34,9%
	Муж.	168	25	14,9%	5	3%	1	0,6%			1	0,6%	32	19%	136	81%
	Всего	274	60	22%	22	8%	4	1,5%	7	2,6%	5	1,8%	101	36,9%	173	63,1%
ЭФ	Жен.	188	52	27,7%	31	16,5%	12	6,4%	6	3,2%	4	2,1%	107	56,9%	81	43,1%
	Муж.	78	8	10,3%	5	6,4%	2	2,6%	1	1,3%	1	1,3%	19	24,4%	59	75,6%
	Всего	266	60	22,6%	36	13,5%	14	5,3%	7	2,6%	5	1,9%	126	47,4%	140	52,6%
Итого	Жен.	607	172	28,3%	90	14,7%	35	5,8%	27	4,4%	20	3,3%	361	59,5%	246	40,5%
	Муж.	756	104	13,6%	47	6,2%	14	1,9%	11	1,5%	12	1,7%	198	26,2%	558	73,8%
	Всего	1363	276	20,2%	137	10,1%	49	3,6%	38	2,8%	32	2,3%	559	41%	804	59%

АФ – архитектурный факультет Института архитектуры и дизайна

СФ – строительный факультет

СТФ – строительного-технологического факультет

АДФ – автомобильный факультет Института транспортных сооружений

ФИСиЭ – факультет инженерных сооружений и экологии

ЭФ – экономический факультет Института экономики и управления в строительстве



Анкетирование показало, что значительная часть студентов имеют выраженные в той или иной степени неврологические отклонения и нуждаются в систематическом наблюдении невролога.

Таким образом, общее соматическое состояние здоровья наших студентов и их психо-неврологическое состояние оставляют желать лучшего. Для исправления ситуации, как нам представляется, необходим единый координационный центр по сохранению здоровья студентов, в состав которого могли бы войти соответствующие подразделения: ректорат, студенческий профком, студенческий клуб, санаторий-профилакторий, спортивно-

оздоровительный лагерь. Желательно включить в штат кафедры физвоспитания и спорта врача-психолога.

Литература

1. Яхин К.К., Менделевич Д.М. Клинический опросник для выявления и оценки невротических состояний (методические рекомендации для интернов и врачей). – Казань, 1978.
2. Дуданин С.А., Пирогова Е.А., Иващенко Л.Я. Оздоровительный бег. – Киев: «Здоровье», 1982.
3. Апанасенко Г. Так можно ли измерить здоровье? // Советский спорт, 1987, № 113.



УДК 711.58+711.585

М.Ю. Забрускова – кандидат архитектуры, доцент, директор детской архитектурной школы (ДАШКА)

Е.С. Пономарев – аспирант кафедры архитектурного проектирования

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВАЯ ОСНОВА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗОН ВНУТРИ ЖИЛЫХ РАЙОНОВ СЛОЖИВШЕЙСЯ МАССОВОЙ ЗАСТРОЙКИ

Целью настоящей статьи является сравнение принципов градостроительного регулирования в различных социально-политических условиях, влияющих на становление архитектурной среды, зон общественного назначения, формирующих образ города в целом. При происходящем изменении принципов градостроительного регулирования эта проблема является особенно актуальной для нашей страны в настоящее время.

Градостроительное проектирование в условиях плановой экономики в СССР. В 1950-1960-х гг. получили развитие творческие концепции моделирования структур «новых городов» (Н.Н. Уллас, К.Н. Неустров и др.), а также новые концепции облика советского города (Н.В. Баранов, О.А. Швидковский). Характерной особенностью таких концепций стал поиск эффективных форм расселения, ориентированных на создание оптимальных условий для развития промышленного производства при использовании стопроцентной индустриализации строительства. Освоение территорий производилось на основе государственного централизованного планирования при отсутствии муниципальной собственности. Компетенция местного самоуправления ограничивалась областью коммунального хозяйства. Для осуществления градостроительной деятельности был сформирован государственный институт проектирования (ГИПРО). Основным критерием для оценки градостроительных проектов служили показатели обеспеченности населения городов объектами жилья и сферы обслуживания, плотность жилого фонда и т.д. Параметры строительных объектов, а также затраты на их возведение регламентировали «Строительные нормы и правила» в виде «Удельных показателей проекта»: площадь на единицу вместимости, стоимость 1 квадратного метра площади и расхода материалов на единицу строительного объёма.

Граждане и частные лица являлись лишь получателями и пользователями распределяемой строительной продукции, без права участия в принятии решений по поводу развития территорий городов, в которых они живут [3].

Переход от централизованной формы управления городским хозяйством к многообразию форм собственности, недвижимости и финансирования объектов строительства (в нач. 90-х гг.) в первую очередь отразился на функционировании системы обслуживания жилых районов сложившейся массовой застройки. В условиях плановой экономики инфраструктура обслуживания жилых районов (соцкультбыт), осваиваемых территорий организовывалась в виде ступенчатой системы – общегородские центры обслуживания; общественные центры жилых районов; общественные центры микрорайонов. Общественные центры выделялись в отдельные зоны общественного назначения или, как правило в крупных городах, в многофункциональные центры. Однако в условиях экономии средств на капитальное строительство осуществлялось в основном проектирование и строительство только лишь городских центров и центров для организованного досуга (детские и юношеские центры, дома культуры и т.д.). Создание полноценных общественных центров внутри планировочных структур микрорайонов, жилых районов (достаточно крупных градостроительных образований по сравнению с территориями, застроенными предшествующей маломерной квартальной застройкой) не осуществлялось или затягивалось. Это обстоятельство особенно остро отразилось на формировании архитектурной среды «спальных районов» новых городов в условиях рыночной экономики.

Градостроительное проектирование в странах с рыночной экономикой. Создание новых городов и интенсивное освоение территорий стало распространенным явлением в послевоенные годы в разных странах. Однако основным отличием в правовой деятельности при градостроительном регулировании в капиталистических странах Запада от стран с социалистической экономикой было наличие института частной собственности. В проектировании на Западе основной целью градостроительной политики было решение комплексных задач, посвященных проблеме человека как горожанина. Одной из основных задач было обеспечение



инвестициями. Задачи градорегулирования решали созданные муниципальными структурами специальные комитеты – корпорации развития (при каждом городе). Законодательно-правовая база позволяла регулировать основные сферы городского развития, создавала рынок, как при проектировании территории, так и при ее застройке (принятые с началом урбанизации законы «О местном самоуправлении» (Великобритания, 1894); «О муниципальных корпорациях» (Великобритания, 1882) и др., принятые в послевоенное время). В сер. XX в. градорегулирование на Западе освоило методы стратегического моделирования градостроительных процессов, что видно на примерах: модернизации и трансформации Чикаго (60-е гг.) и крупных городов Западной Европы (с 70-х гг.); проектирования и развития городов, в том числе новых, в Британии (70-е гг.); и др. Организация системы обслуживания здесь имела особое значение, т.к. предприниматели-собственники или арендаторы строящихся объектов обслуживания являлись одним из источников инвестиций в градостроительство. Объекты обслуживания, а также территории, прилегающие к ним, стали отдельным объектом проектирования. Они выделялись с учетом потребностей жителей, коммерческой составляющей и возможностей самих предпринимателей.

Для придания своеобразия новым городам проводилось благоустройство всего города и украшение мест общественного назначения произведениями искусства, заказы на которые выполнялись известными мастерами. Все это в целом содействовало формированию индивидуального облика города. Строительство помещений для всякого рода общественных мероприятий осуществлялось молодежными клубами, культовыми корпорациями, владельцами пивных баров и т.д. Но, несмотря на это, в становлении общественной жизни новых городов встречались некоторые препятствия. Во-первых, это ограниченность торгового обслуживания (вследствие единовременного строительства) и, во-вторых, городской центр, будучи самой активной и оживленной составляющей городского организма в целом, сосредотачивал в себе преимущественно торговые функции и не способствовал повышению социально-культурного уровня сообщества всего города в целом. Однако следует отметить, что формирование архитектурной среды зон социальной активности в странах с рыночной экономикой носило системный характер и являлось отдельной задачей проектирования.

Градорегулирование в настоящее время. В последнее десятилетие возрастает роль регулирования градостроительной деятельности для формирования полноценной среды обитания человека. Это подчеркивает «Национальная градостроительная доктрина и стратегия устойчивого развития страны», разработанная Российской академией архитектуры и

строительных наук, в которой говорится о прогнозировании пространственного развития; о научном анализе существующей ситуации; выявлении приоритетных проблем и объективных тенденций урбанизации; а также о проведении комплексной государственной политики по стимулированию развития территорий и поселений с использованием экономических механизмов воздействия (налоговой политики, субвенций, государственной протекции и т.д.) для привлечения частных инвестиций. Для реализации программы формирования полноценной архитектурной среды жилых районов массовой застройки следует выделить *проблемную область* этих территорий. Сегодня иначе формируются условия для реализации потребностей населения жилых районов, т.е. не на основе централизованного расчетного подхода, а на основе частного предпринимательства. Таким образом, организационно-пространственная структура обслуживания в городах в 1990-х гг. развивается стихийно. Это говорит о ситуации, когда законодательная база не «успевает» за саморазвитием среды обитания горожан. Особо следует выделить социально-пространственный конфликт между средой обитания жителей «спальных районов» и областью сферы услуг. Это обстоятельство усугубляется наличием стопроцентной индустриальной архитектурной среды, не отвечающей сегодня ни культурным, ни социальным задачам, а также приоритетностью развития региональных культурных своеобразий, которые необходимо учитывать сегодня при проектировании. В итоге основную проблему архитектурной среды таких «спальных» жилых районов мы можем увидеть как стихийное формирование открытых городских пространств в связи с непредвиденным развитием сферы обслуживания населения. При реконструкции, реновации существующей архитектурной среды таких районов необходимы нестандартные, новационные идеи пространственного развития существующих районов сложившейся застройки, а также законодательная база, закреплённая актами и сводами правил местного значения.

Таким образом, *проблемной областью* «спальных районов» являются зоны общественного назначения внутри жилых районов, характеризующиеся особым социальным значением. Мы их рассматриваем как зоны социальной активности. Это территории, прилегающие непосредственно к объектам обслуживания населения, для которых характерны многолюдность, концентрация пешеходных потоков.

Методы регулирования застройки территорий, сложившихся жилых районов массового строительства. Подходом к реорганизации архитектурной среды этих территорий является метод «акупунктуры», т.е. формирование открытых городских пространств как фрагментов городского интерьера на отдельно взятых участках территорий



жилых районов – зонах социальной активности, а также пешеходных связей между этими зонами, в силу того, что они имеют особую социальную значимость для жизнедеятельности населения жилого района. Зоны социальной активности и пешеходные зоны, соединяющиеся в систему открытых городских пространств внутри жилых районов массовой застройки, могут создать прекрасный, индивидуальный образ города. Для экологического, социально-культурного оздоровления «спальных районов» новых городов, а также для насыщения социально-культурной активностью «обедненных» жилых районов сложившейся массовой застройки необходимо выделять зоны социальной активности в самостоятельный объект проектирования.

Законодательно-правовая основа формирования архитектурной среды жилых районов массовой застройки. Основой управления и регулирования градостроительной и архитектурно-планировочной деятельности на территории Российской Федерации при планировании городских территорий и регулировании застройки является следующая законодательная база: «Градостроительный кодекс РФ» (декабрь 2004 г.), Закон «Об архитектурной деятельности в РФ», а также Закон «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ» (август 1995 г.). Федеральные органы власти отходят от управления градостроительным развитием отдельных городов, передавая все полномочия муниципальным органам власти. В результате реформ на местном уровне издаются своды правил застройки и землепользования, которые регламентируют права и обязанности участников отношений, возникающих при застройке и землепользовании. Таким образом, местное самоуправление должно решать конкретные задачи, создавая свою собственную нормативную базу по градорегулированию, исходя из особенностей соответствующей территории. Это создает возможность решения организационно-финансовых задач. Появление зон социальной активности как объекта проектирования может быть первым шагом оздоровления архитектурной среды жилых районов массовой застройки. Благодаря этому нововведению можно решать задачи как стратегического, так и локального характера. Для этого следует:

1. разработать муниципальную программу формирования зон социальной активности (пешеходных зон) внутри жилых районов;
2. разработать методику формирования зон социальной активности, находящихся внутри жилых районов, которая должна состоять из следующих стадий: предпроектный анализ территории → проект → реализация → эксплуатация.

Для осуществления программы нужно руководствоваться перечнем обязательных условий организации архитектурно-строительного проектирования (гл. 6 статья 48) [1]. Однако при

формировании архитектурной среды открытых городских пространств в жилых районах сложившейся массовой застройки мы, прежде всего, сталкиваемся с проблемой инвестиционной и проблемой наличия инвестора, застройщика территории. Исходя из этого необходимо ставить вопрос о создании «корпорации развития» конкретной зоны, объединяющей собственников и пользователей недвижимости, находящейся на данной территории. Такая корпорация, являясь юридическим лицом, представляет заинтересованных субъектов, действующих на данной территории, и будет выполнять функции заказчика, взаимодействовать с муниципальными органами по вопросам проектирования, совместного финансирования и реализации в рамках данной специальной программы; при этом должно быть произведено распределение сферы ответственности при выполнении программы.

Проект преобразования подобных зон должен осуществляться на основании задания на проектирование, для составления которого муниципальным органам необходимо произвести в рамках бюджетного финансирования сбор особых исходных данных:

1. разграничить территории существующей застройки внутри жилого района по степени публичности, выявить сложившееся зонирование на *публичное* – общедоступное, общественное пространство, и *вторичное* пространство – жилые дворы, зафиксировав его на общей карте-схеме;
2. выявить сложившееся зонирование территории по принадлежности земельных участков и видам собственности на них (ТСЖ с их территориями; юридические лица с участками при их объектах недвижимости; участки муниципальной собственности, например, при объектах соцкультбыта) с учетом происходящего процесса межевания всей территории жилого района.

На стадии проекта должны быть выполнены следующие задачи:

1. натурное обследование существующей ситуации для определения основных архитектурно-планировочных и средовых характеристик этих зон;
2. разработка архитектурно-планировочной концепции формирования зон социальной активности в сложившихся условиях;
3. разработка архитектурно-планировочного решения зон социальной активности внутри сложившейся застройки жилого района с определением необходимых юридических и градостроительных мероприятий (сервитуты и обременения).

Далее необходимо выполнить архитектурно-дизайнерский проект формирования архитектурной среды конкретных зон жилого района.



Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации. // Собрание законодательства РФ, 2005, №1, ст. 16.
2. Ахмедова Е.А. Методы регулирования региональной среды обитания: Градостроительный мониторинг, оценка земель, прогноз развития. Дисс. док. арх. – Самара, 1994. – 377 с.
3. Правовое зонирование: Опыт разработки «Правил землепользования и застройки» в городах России/ Под ред. А. Высоковского и У. Валлетты. – М.: Русская панорама, 1999. – 200 с.
4. Алексеев Ю.В., Сомов Г.Ю. Градостроительное планирование поселений т.1. Эволюция планирования: Учебник в 5 т. – М.: Издательство АСВ, 2003. – 336 с.
5. Бочаров Ю.П., Фильваров Г.И. Производство и пространственная организация городов. – М.: Стройиздат, 1987. – 256 с.
6. Пономарева О.Н. Регулирование архитектурно-градостроительной деятельности в современных правовых условиях. Дисс. канд. арх. – Екатеринбург, 2000. – 113 с.

УДК 712.25

Закиров Р.С. – кандидат архитектуры, доцент**Смагина Ю.А.** – аспирант

Кафедра градостроительства и планировки сельских населённых мест

Казанский государственный архитектурно-строительный университет**ГОРОДСКАЯ СРЕДА И СВОБОДНОЕ ВРЕМЯ**

Изменение ритма жизни современного человека ведет к тому, что свободное время становится все более ценным ресурсом нашей жизни. При этом наблюдается такой парадокс: с развитием общества количество свободного времени постоянно растет, но человек не ощущает этого, т.к. качество использования свободного времени низкое. Свободное время разбито на множество мелких неупорядоченных отрезков, которые высвобождаются между крупными временными пакетами спонтанно, не запланировано. И из-за отсутствия комфортных условий для свободного времяпрепровождения, несмотря на ценность каждой минуты свободного времени, оно уходит незаметно, тратится бессмысленно и бесцельно.

Качество свободного времени – это своеобразный коэффициент отношения количества полученных положительных эмоций, удовлетворения от процесса проведения свободного времени к его количеству.

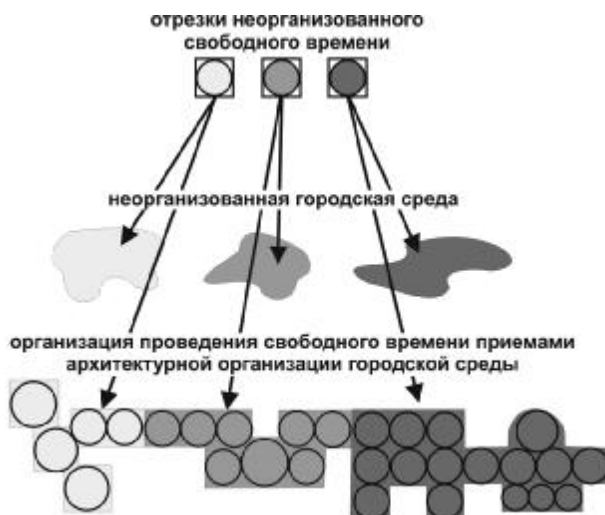


Рис. 1

Качество свободного времени зависит от его организации. На организацию свободного времени часто влияет структура пространства, в котором оно протекает. Таким образом, качество использования свободного времени в определенном пространстве зависит от организации среды.



Рис. 2

В настоящее время необходимо осмыслить понятие «свободное время», применительно к жизни современного общества, и процесс проведения свободного времени, главной ценностью которого является возможность полноценного потребления времени, без боязни потерять его. Неупорядоченные раздробленные отрезки свободного времени низкого качества потребления могут быть преобразованы в интервалы кратковременного или транзитного отдыха в соответствующей городской среде. Необходимо создать условия для чувственного «переживания» свободного времени.

Следовательно, можно сформулировать требования к структурной, функциональной, эмоциональной организации среды для свободного времяпрепровождения как пространству для кратковременного отдыха в условиях современного крупного города.

При моделировании городской среды для свободного времяпрепровождения одной из главных задач является обеспечение возможности выбора процесса его проведения и выбора соответствующей среды.



Организация городской среды для свободного времяпрепровождения происходит под влиянием поведения человека, а поведение меняется в зависимости от места. Если пешеходное движение рассматривать как оздоровительную, познавательную, культурно-развлекательную деятельность человека, протекающую в городской среде, то его (пешеходное движение) также можно отнести к свободному времяпрепровождению или транзитному, кратковременному отдыху. А городскую среду, сопровождающую пешеходное движение, можно рассматривать как пространство для кратковременного отдыха. Передвижение в городском пространстве может стать удовольствием и не будет тяжелой необходимостью, объем которой люди постоянно стремятся сократить. Создание эстетически привлекательных и комфортных маршрутов передвижения (архитектурно-художественными, пространственными средствами) даст возможность жителям города рассматривать путь как развлечение, передышку от работы, другой деятельности.

Архитектор должен продумать не только степень доступности объекта (время перемещения к нему), но и качество перемещения человека в пространстве и во времени. То есть создать максимально привлекательный маршрут передвижения, который будет насыщен интересными событиями, приятными образами, положительными эмоциями для любого человека, независимо от его возраста, способностей, социального статуса. Здесь городская среда будет открываться в процессе движения, и проектировщик должен предвидеть и сформировать поведение людей, создать определенный сценарий движения в среде, сценарий ее восприятия. Участки транзитного движения должны сменяться пространствами для общения и отрезками для неспешного движения, прогулок, а спокойный фронт застройки – интересными видовыми кадрами и неожиданными пространствами.

Человек затрачивает определенное время на восприятие городской среды. Пространство в восприятии сжимается или растягивается в зависимости от того, сколько времени мы тратим на его преодоление. Учитывая время, затрачиваемое на преодоление пространства, архитекторы прошлого искусно и целенаправленно влияли на восприятие пространства. Искусственно «удлинялся» путь, ведущий к священным местам с помощью насыщения пространства разнообразными элементами, включением участков с трудным восхождением, нарочитой запутанностью и «петлянием». В современных крупных городах задача, стоящая перед архитекторами, организующими городскую среду, прямо противоположная: заставить огромное пространство мегаполиса восприниматься более масштабным человеку. Время и передвижение – первостепенные факторы при проектировании городской среды для свободного времяпрепровождения.

Главным качеством пешеходных пространств как среды для кратковременного отдыха (данный тип среды относится к так называемым городским интерьерам)

является их визуальная воспринимаемость. При визуальном восприятии среды в движении одним из главных способов передачи информации являются:

- характер смены зрительных кадров при восприятии их в движении;
- контуры (или силуэты) объемов ее формирующих среду, пропорции, ритм;
- пространственно-временная композиция среды;
- сомасштабность среды человеку;
- фактура, общее цветовое решение среды.

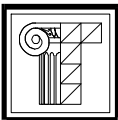
Ощущения, возникающие при зрительном контакте со средой для кратковременного отдыха, формируют первоначальный эмоциональный и эстетический образ данного городского пространства. На дальнейшее формирование эмоционально-эстетического образа среды влияют кинестетические (вызванные движением отдельных частей тела) и тактильные (осязание) ощущения. Непосредственное соприкосновение человека с различными элементами городской среды (скамья в парке или мостовая) дополняет впечатления от нахождения в данном месте. Это объективные средства формирования городской среды для кратковременного отдыха. К субъективным факторам организации пространства для свободного времяпрепровождения можно отнести следующие:

- частоту смены зрительных кадров (динамика восприятия), зависит от скорости передвижения пешехода;
- маршрут зрительного восприятия, зависит от направления взгляда наблюдателя и от маршрута движения;
- уровень развития психики и объем памяти.

Естественно, что архитектор может влиять на данные факторы (за исключением последнего аспекта) путем пространственной организации среды. Грамотная пространственная, композиционная, функциональная, эмоциональная организация городской среды для свободного потребления времени обеспечит возможность выбора и высокое качество процесса проведения свободного времени.

Литература

1. Страутманис И.А. Информативно-эмоциональный потенциал архитектуры. – М.: Стройиздат, 1978. – 119 с.
2. Линч К. Образ города. – М.: Стройиздат, 1982.
3. Шимко В.Т. Комплексное формирование архитектурной среды. Книга 1, 2. «Основы теории». – М.: Изд-во СПб-принт, 2000.
4. Хасиева С.А. Архитектура городской среды: Учеб. для вузов. – М.: Стройиздат, 2001.



УДК 639

Ф.Х. Ахметзянов – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных и каменных конструкций

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

К ОЦЕНКЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОВРЕЖДАЕМЫХ СЖАТЫХ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

Вопросы повреждаемости строительных конструктивных элементов все больше привлекают внимание исследователей и инженеров вследствие необходимости определять остаточную несущую способность, сроки службы, сохраняемость, живучесть элементов при накоплении повреждений в этих элементах. Эти вопросы недостаточно разработаны.

Цель данного сообщения – изложить предлагаемый инженерный подход к методике определения несущей способности повреждаемых бетонных и железобетонных строительных элементов.

Исходные предпосылки: малость деформаций относительно характерных размеров поперечного сечения. Упругая среда с трещинами.

В связи с тем, что физическая и инженерно-физическая модель материала – бетона – была рассмотрена ранее (с возникающими повреждениями структуры в виде микротрещин) [1], в данном сообщении модель бетона принимается в виде сплошной среды, в которой при механическом нагружении возникают и развиваются макротрещины,

приводящие элемент к разделению на части – разрушению (рис. 1, 2).

Анализ характера развития трещин, произведенный автором как в бетонных образцах (рис. 1), так и в железобетонных колоннах (рис. 2), позволяет выявить следующие их особенности:

1) Аналогичность картины предельного состояния перед моментом разрушения, состоящей в разделении образца или элемента трещинами на сжатые полосы, направленные в среднем вдоль сжимающего усилия, при этом гибкость полос увеличивается по мере развития трещин пропорционально отношению осредненной длины трещин, разграничивающих полосу к наименьшему размеру полосы:

$$l = \bar{l}/h_{\min} \quad (1)$$

2) Несущая способность полосы по мере увеличения гибкости снижается пропорционально коэффициенту продольного изгиба

$$G = f(l); \quad \leq 1. \quad (2)$$

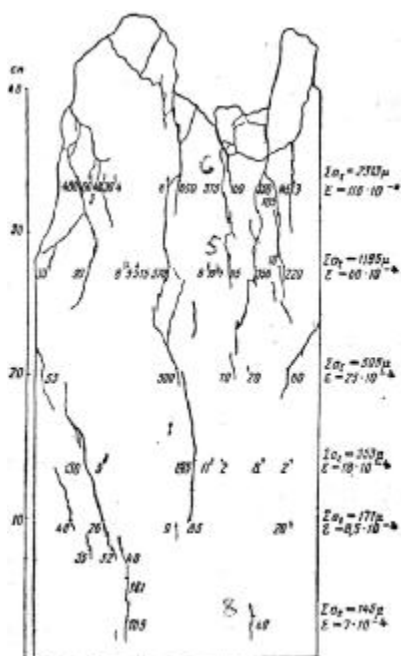


Рис. 1. Эскиз части разрушенной призмы с результатами измерения раскрытия трещин [3]

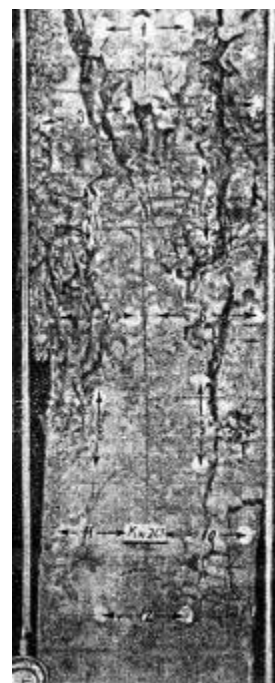


Рис. 2. Общий вид разрушения колонны № 241 [3]

Одинаковая картина развития трещин в бетонной призме и железобетонной колонне [3]



Рис. 3. Формирующаяся сжатая полоса в железобетонной стене

Критерий можно определить по публикациям в технической литературе [2]. При продолжительном нагружении приходится учитывать ползучесть бетона коэффициентом $m_\sigma \leq 1$, умножая на него G [2].

3) Развитие трещин в образцах и элементах сопровождается флуктуациями среднего направления вдоль сжимающего усилия и наклонами трещин, что вызывает появление эксцентриситета приложения сжимающего усилия в поперечном сечении и, следовательно, дополнительного изгибающего момента от усилия на участках с флуктуацией направления трещин. Появление этого изгибающего момента снижает несущую способность как сжатой полосы, так и всего поперечного сечения.

Величина эксцентриситета сжимающего поперечное сечение усилия e_0 при ширине полосы kh (к примеру, около грани элемента) равна:

$$e_0 = [(h - kh) \cdot 0,5(h - kh) - kh(h - 0,5kh)]/h = h(1 - k)^2 [0,5 - k(1 - 0,5k)/(1 - k)^2] \quad (3)$$

Дополнительный изгибающий момент в поперечном сечении вследствие появления эксцентриситета сжимающего усилия e_0 будет равен:

$$DM = N \cdot e_0 = R_b \cdot b \cdot h \cdot h(1 - k)^2 [0,5 - k(1 - 0,5k)/(1 - k)^2] \quad (4)$$

Снижение несущей способности элемента от дополнительного изгибающего момента равно:

$$s(DM)/s_0 = DM/Ws_0 = sDM/bh^2s_0 \quad (5)$$

Зависимость DM от k приведена на рис. 4. При $k = 0,3h$ относительный изгибающий момент меняет знак ($DM/R_b \cdot b \cdot h^2$).

4) Флуктуации направления трещин вызывают уменьшение размера поперечного сечения полос между трещинами и увеличение напряжений на этих участках – «концентрацию напряжений», оцениваемую отношением максимального размера сечения к минимальному полосы:

$$"k" = h_{max}/h_{min} \quad (6)$$

В железобетонных элементах до потери рабочей арматурой сцепления с бетоном на расстоянии, вызывающем местную потерю устойчивости

арматурного стержня, работоспособность сохраняется. Следовательно, условием сохранения несущей способности по арматуре будет:

$$N_{S1} \geq N_{kp1}, \quad (7)$$

где N_{S1} , N_{kp1} – усилие в стержне рабочей арматуры и критическое усилие в нем при потере устойчивости.

Нужно отметить, что при отсечении полосы бетона трещиной вдоль арматурного стержня под наклоном к направлению стержня появляется горизонтальная составляющая к стержню, зависящая от угла наклона трещины к арматуре (рис. 5). Равнодействующая сжимающей нагрузки в пределах наклонной полосы при сквозной трещине:

$$P_1 = s_b \cdot kh \cdot b, \quad (8)$$

где $s_b = P/bh$ (на некотором расстоянии от вершины трещины).

Составляющая $P_{1\Gamma}$ – перпендикулярная к наклонной грани полосы

$$P_{1\Gamma} = P_1 \cdot \sin a \quad (9)$$

$$DM = \frac{N \cdot e_0}{R_b \cdot bh^2}$$

Составляющая P_2 – перпендикулярная к арматурному рабочему стержню сжатого элемента равна:

$$P_2 = P_{1\Gamma} \cdot \cos a \quad (10)$$

С учетом выражений (9) и (8):

$$P_2 = s_b \cdot kh \cdot b \cdot \sin a \cdot \cos a \quad (11)$$

Подставив вместо Γ выражение P/bh в (11), получаем:

$$P_2 = P \cdot kh \cdot b \cdot 0,5 \sin 2a / bh = 0,5P \cdot k \cdot \sin 2a \quad (12)$$

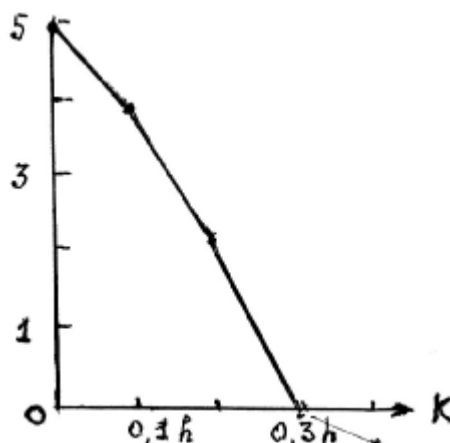


Рис. 4. Изменение знака изгибающего момента при возрастании отсекаемой трещиной доли размера сечения K

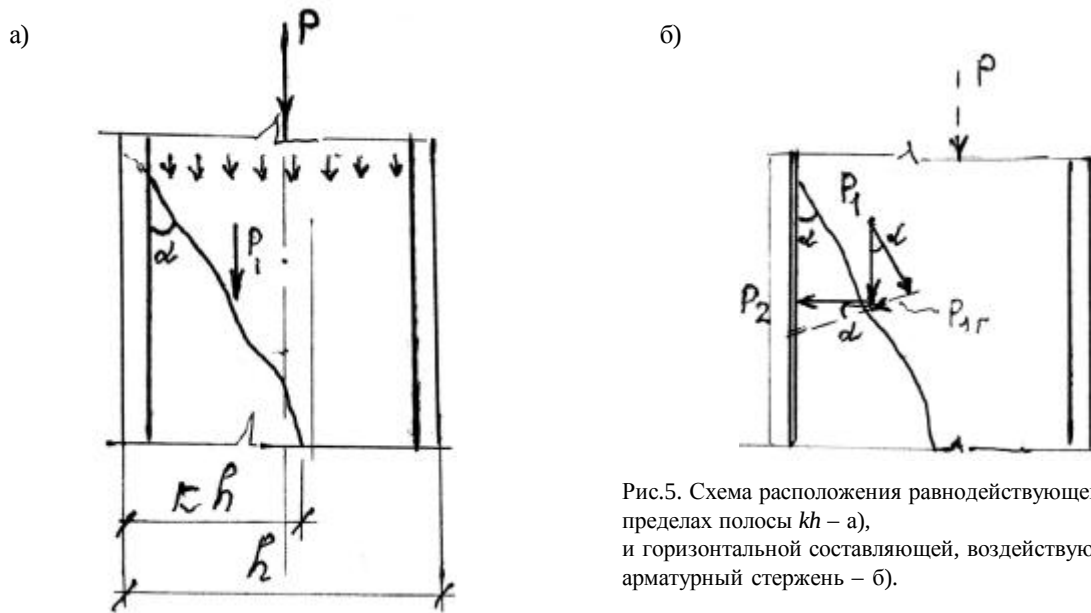


Рис.5. Схема расположения равнодействующего сжатия в пределах полосы $kh - a$), и горизонтальной составляющей, воздействующей на арматурный стержень – б).

Таким образом, при наклонных трещинах проверку напряженного состояния рабочей арматуры в повреждаемом железобетонном элементе можно свести к расчету на воздействие нагрузки вдоль стержня и в поперечном к стержню направлении.

Если расстояние нарушенного сцепления вдоль арматуры составляет l , а расстояние от начала полосы отделившейся трещиной от остальной части поперечного сечения, до горизонтальной составляющей P_2 равно « a », то изгибающий момент от усилия P_2 в арматурном стержне:

$$M = P_2 \cdot a(l - a)/l. \quad (13)$$

Вертикальное усилие в арматурном стержне, несмотря на нарушение сцепления, из условия равновесия усилий в любом поперечном сечении равно:

$$P_{sb} = a \cdot s_b \cdot A_s. \quad (14)$$

Эксцентриситет усилия

$$\begin{aligned} e_0 &= M/P_{sb} = P_2 \cdot a(l - a)/l \cdot a s_b \cdot A_s = \\ &= 0,5 s_b b h \cdot k \cdot \sin 2\alpha \cdot a(l - a)/l a s_b = \\ &= 0,5 b h \cdot k \cdot \sin 2\alpha \cdot a(l - a)/l a. \end{aligned} \quad (15)$$

Снижение несущей способности арматурных стержней с потерей сцепления за счет возникновения горизонтальной составляющей в наклонной сжатой полосе, отсеченной сквозной трещиной, равно:

$$s_M/s_{0p} = M/Ws_0 \approx 6 \cdot 0,5 s_b b h \cdot a(l - a)/ \\ / (l \cdot b h^2 \cdot s_0) \approx 3 s_b \cdot a(l - a)/(l \cdot h \cdot s_0) \quad (16a)$$

$$\text{или } s_M/s_{0p} = 3 \cdot a(l - a)/l \cdot h. \quad (16b)$$

При $a = l/2$

$$s_M/s_{0p} = (3/4)l/h. \quad (16b)$$

Здесь l – расстояние между поперечными стержнями в элементе.

Литература

1. Ахметзянов Ф.Х., Строганов В.Ф., Якупов Н.М. Особенности микроструктуры и ее влияние на микродеформации и микроповреждаемость цементного камня. Материалы XVII сессии Международной школы по моделям механики сплошной среды. – Казань, 4-10 июля 2004. – С. 21-25.
2. СНиП II-B.1-62. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования. Табл. 17.
3. Берг О.Я. Исследование прочности железобетонных конструкций при воздействии на них многократно повторной нагрузки. Труды ВНИИ транспортного строительства. Вып.19. – М.: Трансжелдориздат, 1956. – С. 6-109.



УДК 539.3:519.3:624.04

Клюев С.В. – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры сопротивления материалов и строительной механики

Клюев А.В. – аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕРЖНЕВОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ

Оптимальному проектированию конструкций посвящено большое число исследований, в которых доминирует весовая оптимизация. Такого рода формулировка задачи не должна выходить за пределы известного положения о двойственности постановки задачи синтеза механики деформируемого твердого тела. Сопрягаемыми функционалами являются объем материала проектируемой системы и ее потенциальная энергия. Критерий оптимальности принимает энергетическое содержание [4].

Рассмотрим изопериметрическую задачу формообразования конструкции из однородного материала при заданной величине потенциальной энергии системы. В этом случае функционал имеет вид

$$V = \sum_{i=1}^n A_i l_i + \mu \left(\sum_{i=1}^n \frac{N_i^2 l_i}{2EA_i} - I_0 \right), \quad (1)$$

где I_0 – заданная потенциальная энергия деформации, μ – множитель Лагранжа.

Следствием стационарности функционала являются m уравнений совместности деформаций (m – число лишних связей)

$$\partial V / \partial N_m = 0, \quad (2)$$

уравнение энергии

$$\sum_{i=1}^n \frac{N_i^2 l_i}{2EA_i} = I_0 \quad (3)$$

и r уравнений структурообразования (r – число варьируемых параметров). При варьировании площадей сечений растянутых стержней получаем

$$1 - \mu \frac{N_i^2}{2EA_i^2} = 0. \quad (4)$$

Рассмотрим проектную задачу для фермы, показанной на рис. 1. С целью выявления знаков внутренних усилий в первом приближении произведем ее расчет [2].

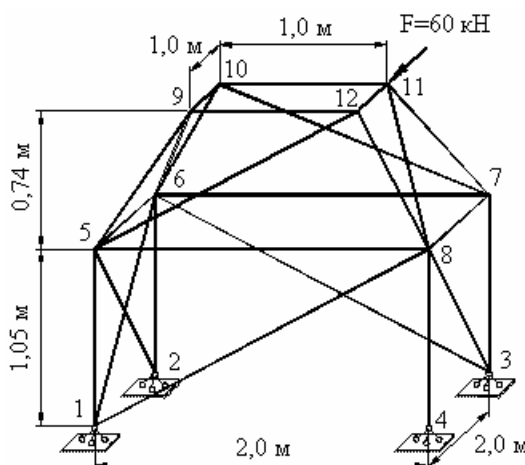


Рис. 1. Статически неопределимая пространственная конструкция



Ферма имеет 12 узлов, 25 стержней и 12 опорных стержней. 12 узлов имеют 36 степеней свободы, которые ограничиваются 37 связями. Таким образом, ферма имеет одну лишнюю связь.

Проведем дополнительный анализ геометрической структуры фермы. Узел 6 связан с шарнирными неподвижными опорами 1, 2, 3 тремя стержнями, не лежащими в одной плоскости. Подобным же образом узел 8 связан с опорами 1, 3, 4, узел 5 – с опорой 1 и неподвижными точками 6, 8 и т.д. Узлы 9, 10, 11 и 12 как принадлежащие одновременно двум неизменяемым четырехугольникам, не лежащим в одной плоскости и примыкающим к неподвижной нижней части фермы, являются неподвижными. Таким образом, ферма неизменяема.

Основная система метода сил образована путем исключения диагонального стержня 2-5. Вместо него введена сила X_1 (рис. 2).

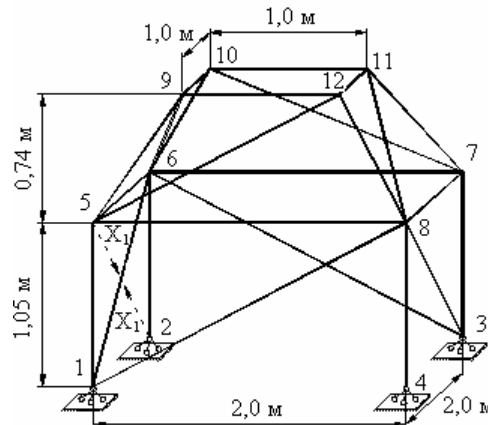


Рис. 2. Основная система и лишнее неизвестное

Каноническое уравнение имеет вид

$$\delta_{11} X_1 + \Delta_{1F} = 0, \quad (5)$$

где δ_{11} – перемещение по направлению силы X_1 от $X_1 = 1$; Δ_{1F} – перемещения по направлению силы X_1 от внешней нагрузки.

Определяем усилия в статически определимой ферме от силы $F = 60 \text{ кН}$. Начало координат поместим в узле 10. Длины стержней и абсолютные значения косинусов углов даны в табл. 1. Последние используются при определении усилий в стержнях методом вырезания узлов.

Рассматривая последовательно узлы 11, 10, 9, 12, 5 и 6, на основе известных теорем устанавливаем, что усилия в $0_4, 0_1, S_1, T_1, 0_2, S_2, T_2, 0_3, S_3, T_3, 0_5, 0_6, S_6, T_5$ равны нулю.

Для определения усилий в остальных стержнях вырезаем последовательно узлы 11, 7, 8, и 6 и записываем уравнения равновесия: $\sum X = 0, \sum Y = 0, \sum Z = 0$. Найденные усилия внесены в табл. 1.

Определим усилия в ферме (рис. 2) от силы $X_1 = 1$. Усилия возникают лишь в одной грани нижней части фермы: $\bar{0}_6 = -0,885$; $\bar{S}_5 = -0,465$; $\bar{S}_6 = -0,465$; $\bar{T}_5 = 1$. Вычисляем перемещения, принимая жесткость EA постоянной:

$$\delta_{11} = \sum \frac{\bar{N}_i^2 \cdot l_i}{EA} = \frac{1}{EA} (0,885^2 \cdot 2 + 0,465^2 \cdot 1,05 \cdot 2 + 1^2 \cdot 2,259 \cdot 2) = \frac{3,269}{EA}; \quad (6)$$

$$\Delta_{1F} = \sum \frac{\bar{N}_i^2 \cdot l_i}{EA} = \frac{1}{EA} (-7,9) \cdot (-0,465) \cdot 1,05 = \frac{1,929}{EA}. \quad (7)$$

Таким образом,

$$X_1 = -\frac{\Delta_{1F}}{\delta_{11}} = -0,59 \text{ кН}. \quad (8)$$



Таблица 1

Геометрические характеристики стержней и внутренние усилия

Наименование стержней	Длина, м	$\cos \alpha$	$\cos \beta$	$\cos \gamma$	Усилие	
					обозн.	величина, кН
9-10	1,000	0	1	0	O_1	0
9-12	1,000	1	0	0	O_2	0
11-12	1,000	0	1	0	O_3	0
10-11	1,000	1	0	0	O_4	0
5-6	2,000	0	1	0	O_5	0
5-8	2,000	1	0	0	O_6	0
7-8	2,000	0	1	0	O_7	-15,03
6-7	2,000	1	0	0	O_8	-15,03
6-10	1,024	0,488	0,488	0,724	S_1	0
5-9	1,024	0,488	0,488	0,724	S_2	0
8-12	1,024	0,488	0,488	0,724	S_3	0
7-11	1,024	0,488	0,488	0,724	S_4	30,79
2-6	1,050	0	0	1	S_5	-7,90
1-5	1,050	0	0	1	S_6	0
4-8	1,050	0	0	1	S_7	-61,62
3-7	1,050	0	0	1	S_8	22,29
7-10	1,746	0,859	0,287	0,424	T_1	0
6-9	1,746	0,287	0,859	0,424	T_2	0
5-12	1,746	0,859	0,287	0,424	T_3	0
8-11	1,746	0,287	0,859	0,424	T_4	-52,36
1-6	2,259	0	0,885	0,465	T_5	0
3-6	2,259	0,885	0	0,465	T_6	16,98
1-8	2,259	0,885	0	0,465	T_7	16,98
3-8	2,259	0	0,885	0,465	T_8	67,80

Вычисляем усилия в стержнях грани нижней части фермы:

$$O_6 = -0,52 \text{ кН}; S_5 = -7,9 + 0,27 = -7,53 \text{ кН}; S_6 = 0,27 \text{ кН}; T_5 = -0,59 \text{ кН}.$$

Лишним неизвестным будем считать усилие T_9 в стержне 2-5 (рис. 2).

$$\begin{aligned} \text{В то же время } O_6 &= -0,885T_9; O_7 = O_8 = -15,03 \text{ кН}; S_4 = 30,79 \text{ кН}; S_5 = -7,9 - 0,465T_9; \\ S_6 &= -0,465T_9; S_7 = -61,62 \text{ кН}; S_8 = 22,29 \text{ кН}; T_4 = -52,36 \text{ кН}; T_5 = T_9; \\ T_6 &= T_7 = 16,98 \text{ кН}; T_8 = 67,8 \text{ кН}. \end{aligned}$$

Выразим площади поперечных сечений растянутых и сжатых стержней соответственно по формулам

$$A_i = \frac{N_i}{R_y}, A_i = \frac{N_i}{\phi R_y}. \quad (9)$$

где R_y – расчетное сопротивление, ϕ – коэффициент продольного изгиба.



Представляем функционал (1) в виде

$$V = \frac{0,885T_9}{I R_y} \cdot 2 + \frac{2 \cdot 15,03}{\varphi R_y} \cdot 2 + \frac{30,79}{R_y} \cdot 1,024 + \frac{7,9 - 0,465T_9}{\varphi R_y} \cdot 1,05 + \frac{0,465T_9}{\varphi R_y} \cdot 1,05 +$$

$$+ \frac{61,62}{\varphi R_y} \cdot 1,05 + \frac{22,29}{R_y} \cdot 1,05 + \frac{52,36}{\varphi R_y} \cdot 1,746 + \frac{2T_9}{\varphi R_y} \cdot 2,259 + \frac{2 \cdot 16,98}{R_y} \cdot 2,259 +$$

$$\frac{67,8}{R_y} \cdot 2,259 + \frac{\mu}{E} (0,885T_9\varphi R_y + 2 \cdot 15,03\varphi R_y + 30,79R_y \cdot 0,512 +$$

$$+ (7,9 - 0,465T_9)\varphi R_y \cdot 0,525 + 0,465\varphi R_y \cdot 0,525 + 61,62\varphi R_y \cdot 0,525 +$$

$$+ 22,29R_y \cdot 0,525 + 52,36 \cdot 0,873 + T_9\varphi R_y \cdot 2,259 + 16,98R_y \cdot 2,259 + 67,8R_y \cdot 1,13 - I_0E). \quad (10)$$

Уравнение (2) приобретает вид

$$\frac{1,77}{\varphi R_y} - \frac{0,488}{\varphi R_y} + \frac{4,518}{\varphi R_y} + \frac{\mu_2}{E} (0,885\varphi R_y - 0,244\varphi R_y + 2,259\varphi R_y) = 0, \quad (11)$$

или

$$\frac{2}{\varphi R_y} + \frac{\mu\varphi R_y}{E} = 0, \quad (12)$$

откуда

$$\mu = -\frac{2E}{\varphi^2 R_y^2}. \quad (13)$$

Величина I_0 , соответствующая статически определимой ферме, равна

$$I_0' = \frac{1}{E} (0,885\varphi R_y + 30,06\varphi R_y + 15,764R_y + 4,14\varphi R_y + 0,244\varphi R_y + 32,35\varphi R_y +$$

$$+ 11,70R_y + 45,71\varphi R_y + 38,357R_y + 76,614\varphi R_y), \quad (14)$$

или

$$I_0' = \frac{1}{E} (142,435R_y + 112,504\varphi R_y). \quad (15)$$

Принимаем $I_0 = \frac{1}{E} (150R_y + 115\varphi R_y)$.

Уравнение (9) имеет вид

$$2,9T_9\varphi R_y + 30,06\varphi R_y + 15,764R_y + 4,14\varphi R_y + 0,244\varphi R_y + 32,35\varphi R_y +$$

$$+ 11,702R_y + 45,71\varphi R_y + 38,358R_y + 76,614\varphi R_y = 150R_y + 115\varphi R_y, \quad (16)$$

или

$$2,9T_9\varphi R_y + 142,435R_y + 112,504\varphi R_y = 150R_y + 115\varphi R_y. \quad (17)$$

Таким образом,

$$T_9 = \left(\frac{2,6}{\varphi} + 0,86 \right). \quad (18)$$



Таблица 2

Внутренние усилия и площади поперечных сечений стержней

Наименование стержней	Длина, м	Усилие		Площадь сечения $\bar{n}^2$
		обозначение	величина, кН	
9-10	1,000	0_1	0	
9-12	1,000	0_2	0	
11-12	1,000	0_3	0	
10-11	1,000	0_4	0	
5-6	2,000	0_5	0	
5-8	2,000	0_6	-5,867	3,762
7-8	2,000	0_7	-15,03	9,635
6-7	2,000	0_8	-15,03	9,635
6-10	1,024	S_1	0	
5-9	1,024	S_2	0	
8-12	1,024	S_3	0	
7-11	1,024	S_4	30,79	11,842
2-6	1,050	S_5	-10,314	6,117
1-5	1,050	S_6	-2,415	1,548
4-8	1,050	S_7	-61,62	39,5
3-7	1,050	S_8	22,29	8,573
7-10	1,746	T_1	0	
6-9	1,746	T_2	0	
5-12	1,746	T_3	0	
8-11	1,746	T_4	-52,36	33,564
1-6	2,259	T_5	5,193	1,997
3-6	2,259	T_6	16,98	6,531
1-8	2,259	T_7	16,98	6,531
3-8	2,259	T_8	67,80	26,077
2-5	2,259	T_9	5,193	1,997

Переходим к составлению уравнений (9):

для стержня 5-8
$$1 - \frac{2\dot{A}}{\varphi^2 R_\phi^2} \frac{(0,885T_9)^2}{2EA_1^2\varphi^2} = 0, \quad A_1 = \frac{0,885T_9}{\varphi^2 R_\phi}, \quad (19)$$

для стержня 2-6
$$1 - \frac{2\dot{A}}{\varphi^2 R_\phi^2} \frac{(7,9 + 0,465T_9)^2}{2EA_2^2\varphi^2} = 0, \quad A_2 = \frac{7,9 + 0,465T_9}{\varphi^2 R_\phi}, \quad (20)$$

для стержня 1-5
$$1 - \frac{2\dot{A}}{\varphi^2 R_\phi^2} \frac{(0,465T_9)^2}{2EA_3^2\varphi^2} = 0, \quad A_3 = \frac{0,465T_9}{\varphi^2 R_\phi}, \quad (21)$$

для стержня 1-6
$$1 - \frac{2\dot{A}}{\varphi^2 R_\phi^2} \frac{T_9^2}{2EA_4^2} = 0, \quad A_4 = \frac{T_9}{\varphi R_\phi}. \quad (22)$$



В табл. 2 представлены усилия и площади поперечных сечений, при $R_y = 260 \text{ МПа}$ (сталь С390) и $\varphi=0,6$.

Для стержней с нулевыми усилиями площади сечений принимаются по конструктивным соображениям.

Полученный оптимальный вариант стержневой конструкции обладает наибольшей жесткостью, ему соответствуют минимальные перемещения.

При большем количестве лишних неизвестных отличие решения состоит в составлении системы уравнений для их определения, которая носит линейный характер.

Выводы

1. Рассмотрение проблем анализа и синтеза строительных конструкций основывается на методологическом единстве методов их решения, основой для которого являются вариационные принципы строительной механики.

2. Энергетический критерий оптимальности, выявленный при вариационной постановке изопериметрической задачи структурного синтеза в виде уравнений структурообразования, является основополагающим критерием качества конструкции.

3. Критерий минимума объема имеет обоснование лишь при возможности двойственной постановки проектной задачи и дополнительном условии, имеющем энергетическую основу.

4. Использование энергетического критерия и критерия минимума объема для оптимального проектирования стержневой конструкции сводится к решению систем алгебраических уравнений, определяющему глобальный экстремум целевой функции.

5. Вариационная постановка задачи позволяет решать проблему безопасной устойчивости сжатых стержней на уровне оптимального проекта.

Литература

1. Клюев С.В. Оптимизация строительных конструкций / С.В. Клюев // Молодые ученые – производству. Сб. науч. тр. регион. конф. – Старый Оскол: СТИ МИСиС, 2006. – С. 242-247.
2. Клюев С.В. Расчет внутренне статически неопределимой пространственной фермы / С.В. Клюев, А.Г. Юрьев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005, №10. – С. 375-378.
3. Юрьев А.Г. Основы проектирования рациональных несущих конструкций / А.Г. Юрьев. – Белгород: БТИСМ, 1988. – 94 с.
4. Юрьев А.Г. Энергетический критерий структурообразования несущих конструкций / А.Г. Юрьев, С.В. Клюев // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки, 2006, №2. – С. 90-91.



УДК 691.714:620.169.1+69.059.4

А.З. Манапов – кандидат технических наук, доцент кафедры металлических конструкций и испытаний сооружений

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРУЗОК ОТ СОБСТВЕННОГО ВЕСА КОНСТРУКЦИЙ, ОБОРУДОВАНИЯ, ЛЮДЕЙ И СКЛАДИРУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия» [1] рассматривает весовые нагрузки, действующие на здания и сооружения, как постоянные и временные. В соответствии с этим документом к постоянным нагрузкам относятся вес частей сооружений и давление грунтов; к временным – нагрузки от оборудования, людей, складированных материалов. Временные весовые нагрузки определяются, используя паспорта на оборудование, материалы статистических исследований или через эквивалентные равномерно-распределенные временные нагрузки на перекрытия зданий [1]. Постоянная нагрузка рассматривается как случайная величина в силу невозможности её точного определения и изменчивости во времени.

Соотношение расчетной и нормативной нагрузок определяет возможные колебания нагрузки, однако [2] не дает четкого статистического толкования этих соотношений. Основными характеристиками нагрузок являются их нормативные значения. Для нагрузок от собственного веса нормативные значения нагрузок определяются по проектным значениям геометрических и конструктивных параметров и по средним значениям плотности с учетом имеющихся данных предприятий-изготовителей об ожидаемой массе конструкции. В пособии к СНиП 11-23-81[4] предлагаются значения коэффициентов вариации (табл. 1) из которых следует, что средние ожидаемые значения веса конструкций и оборудования равны нормативным значениям p_j^H , а стандарт

$\Delta_p = \frac{p_j^H(g_f - 1)}{2}$, где g_f – коэффициент надежности по нагрузке.

При таком соотношении средних ожидаемых значений и стандартов отклонений вероятность не превышения постоянной нагрузки назначенного расчетного значения равна 0,9772.

С целью статистического анализа рассмотрим пример расчета постоянной нагрузки на плиту покрытия. Результаты расчета согласно [2] приведены в таблице 2 и методом статистического моделирования в таблице 3.

Статистическое моделирование нагрузок выполним следующим образом: для каждого из поименованных в таблице 2 нагрузок при помощи генератора случайных чисел получим по 10000 значений. Распределение для генератора случайных чисел зададим по нормальному закону с математическим ожиданием, равным $m = p_j^H$, и стандартом

$$\Delta_p = \frac{p_j^H(g_f - 1)}{2}.$$

Для каждого из этих множеств случайных чисел находим значение, которое логически будет соответствовать обеспеченности расчетной нагрузки 0,9772. Это число при ранжировании множества от минимума к максимуму должно стоять на 9772 месте. Для моделирования итоговой нагрузки имеющиеся 10000 случайных значений для каждой нагрузки суммируются в порядке их расположения в своем множестве. Полученные 10000 суммарных значений статистически обрабатываются. Например, для определения обеспеченности расчетной итоговой нагрузки в 560 кгс/м², определенной нормативным методом (таблица 2), нужно определить, на каком месте будет стоять это число после ранжирования множества

Таблица 1

Конструкции, оборудование	Коэффициент вариации v_f
Стальные конструкции	0,025
Асбестоцементные листы, железобетонные плиты	0,05
Деревянные конструкции (прогоны, обрешетка)	0,05
Стяжки, засыпки, выполняемые на строительной площадке	0,15
Стационарное оборудование	0,10



Таблица 2

№	Наименование нагрузки	Нормативное значение	Коэффициент надежности	Расчетное значение
1	Вес сборной плиты покрытия	300 кгс/м ²	1,1	330кгс/м ²
2	Вес 1 м ² пароизоляции	50 кгс/м ²	1,3	65 кгс/м ²
3	Вес 1 м ² стяжки при толщине 35 мм и объемном весе 2200 кгс/м ³	77 кгс/м ²	1,3	100 кгс/м ²
4	Вес 1 м ² рулонного покрытия и защиты	50 кгс/м ²	1,3	65 кгс/м ²
5	Итоговая нагрузка	477 кгс/м ²	1,15	560 кгс/м ²

Таблица 3

№	Наименование нагрузки и параметры распределения	Максимальное значение из 10000 случайных реализаций нагрузки	Значение 9772 числа при ранжировании множества от минимума к максимуму
1	Вес сборной плиты перекрытия математическое ожидание $m = 300 \text{ кгс/м}^2$ Стандарт $\Delta = 7,50 \text{ кгс/м}^2$	350,32 кгс/м ²	329,52 кгс/м ²
2	Вес 1 м ² пароизоляции $m = 50 \text{ кгс/м}^2$ $\Delta = 3,75 \text{ кгс/м}^2$	75,91 кгс/м ²	64,70 кгс/м ²
3	Вес 1 м ² стяжки при толщине 35мм и объемном весе 2200кгс/м ³ $m = 77 \text{ кгс/м}^2$ $\Delta = 5,75 \text{ кгс/м}^2$	138,69 кгс/м ²	100,20 кгс/м ²
4	Вес 1 м ² рулонного покрытия и защиты $m = 50 \text{ кгс/м}^2$ $\Delta = 3,75 \text{ кгс/м}^2$	77,51 кгс/м ²	64,89 кгс/м ²
5	Максимальное значение из 10000 случайных реализаций суммарной нагрузки по пунктам 1-4	551,72 кгс/м ²	
6	Значение суммарной нагрузки с обеспеченностью 0,9772	512,78 кгс/м ²	
7	Обеспеченность расчетной итоговой нагрузки, равной 560 кгс/м ² , по табл. 2	0,99992	



от минимума к максимуму.

Сравнение результатов показывает, что обеспеченность расчетной суммарной нагрузки в 560 кгс/м² существенно выше обеспеченности ее составляющих: 0,99992 к 0,9772. А при одинаковой обеспеченности расчетная суммарная нагрузка должна быть существенно ниже 512,78 кгс/м².

В других источниках [3] математическое ожидание приравнивают нормативному значению нагрузки p_j^H ,

а стандарт $\Delta_p = \frac{p_j^H(g_f - 1)}{4}$. В этом случае

вероятность не превышения нагрузки назначенного расчетного значения равна 0,99997. Результаты статистического моделирования при таком соотношении параметров представлены в таблице 4.

Таким образом, методом статистического моделирования можно определить обеспеченность итоговой суммарной постоянной нагрузки, при этом можно использовать несколько вариантов возможных распределений.

Равномерно-распределенные временные нагрузки на плиты перекрытия и лестницы имеют другую статистическую основу. При определении продольных усилий в колоннах и стенах, воспринимающих нагрузки от двух и более перекрытий, нормативные значения равномерно-распределенных временных нагрузок на плиты перекрытия и лестницы снижают умножением на коэффициент сочетания [1].

$$y_n = 0,4 + \frac{y_{A1} - 0,4}{\sqrt{n}} \quad (\text{для квартир и т.п.})$$

$$y_n = 0,5 + \frac{y_{A2} - 0,5}{\sqrt{n}} \quad (\text{для торговых залов и т.п.}),$$

где y_{A1} и y_{A2} – коэффициенты сочетаний нагрузок для одного перекрытия;

n – общее число перекрытий.

В таблице 5 приведены расчетные нагрузки при различном числе перекрытий, полученные по СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия» [1].

Рассмотрим равномерно-распределенные временные нагрузки на плиты перекрытия и лестницы с позиций статистического моделирования.

Представим расчетные нагрузки для квартир жилых домов в виде нормального распределения с математическим ожиданием, равным нормативной нагрузке $\mu = 150$ кгс/м², и стандартом распределения $\Delta = 11,25$ кгс/м². При таком распределении расчетная нагрузка обеспечивается с квантилью 4 или $p_j = 150$ кгс/м² + 4*11,25 кгс/м² = 195 кгс/м².

Используя генератор случайных чисел, выполним статистическое моделирование нагрузок для определения продольных усилий в колоннах и стенах,

воспринимающих нагрузки от двух и более перекрытий. Модель расчета состоит в следующем: для каждого из 15 перекрытий моделируем по 10000 значений нагрузки с предположением, что распределение соответствует нормальному закону с математическим ожиданием, равным нормативной нагрузке $\mu = 150$ кгс/м², и стандартом распределения

$\Delta = 11,25$ кгс/м². Для каждого из этих множеств случайных чисел находим максимальное значение, которое логически будет соответствовать расчетной нагрузке при числе перекрытий $n=1$ с обеспеченностью 0,9999. При числе перекрытий, равном $n=2$, расчетная нагрузка определяется следующим образом: имеющиеся 10000 случайных значений нагрузки для каждого перекрытия попарно суммируются и определяется среднее арифметическое значение, из полученных 10000 среднеарифметических значений выделяется максимальное значение, которое логически будет соответствовать расчетной нагрузке при числе перекрытий $n=2$ с обеспеченностью 0,9999. При числе перекрытий, равном, например $n=13$, имеющиеся 10000 случайных значений нагрузки для каждого перекрытия по порядку суммируются и определяется среднее арифметическое значение из 13 случайных чисел, из полученных 10000 среднеарифметических значений выделяется максимальное значение, которое логически будет соответствовать расчетной нагрузке при числе перекрытий $n=13$ с обеспеченностью 0,9999. Результаты расчета методом статистического моделирования по описанной выше методике приведены в таблице 6. Результаты показывают существенное различие с результатами СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия» [1], представленными в таблице 5.

В соответствии с теоремой Линдберга-Леви [5]

$$\text{случайная величина } R^m = \frac{1}{n}(R_1 + R_2 + \dots + R_n)$$

имеет асимптотически нормальное распределение

вероятностей с центром m_R дисперсией $\frac{\Delta^2}{n}$ при

условии, что существует общая дисперсия Δ^2 и общий центр m_R величин $R_1, R_2, \dots, R_n$. В соответствии с этой теоремой при числе перекрытий $n \rightarrow \infty$ математическое ожидание расчетной нагрузки m для квартир при определении продольных усилий в колоннах и стенах должна равняться произведению расчетной нагрузки при $n=1$ на

$$y_n = 0,4 + \frac{y_{A1} - 0,4}{\sqrt{n}} = 0,4 \quad \text{или} \quad 78 \text{ кгс/м}^2, \text{ что}$$

существенно ниже нормативной нагрузки 150 кгс/м². Примем математическое ожидание равномерно-распределенной временной нагрузки на плиты



Таблица 4

№	Наименование нагрузки и параметры распределения	Максимальное значение из 10000 случайных реализаций нагрузки
1	Вес сборной плиты перекрытия математическое ожидание $\mu = 300 \text{ кгс/м}^2$. Стандарт $\Delta = 15,0 \text{ кгс/м}^2$	325,16 кгс/м ²
2	Вес 1 м ² пароизоляции $\mu = 50 \text{ кгс/м}^2$ $\Delta = 7,5 \text{ кгс/м}^2$	65,11 кгс/м ²
3	Вес 1 м ² стяжки при толщине 35 мм и объемном весе 2200 кгс/м ³ $\mu = 77 \text{ кгс/м}^2$ $\Delta = 11,5 \text{ кгс/м}^2$	107,84 кгс/м ²
4	Вес 1 м ² рулонного покрытия и защиты $\mu = 50 \text{ кгс/м}^2$ $\Delta = 7,5 \text{ кгс/м}^2$	64,03 кгс/м ²
5	Максимальное значение из 10000 случайных реализаций суммарной нагрузки по пунктам 1-4	518,90 кгс/м ²
6	Обеспеченность расчетной итоговой нагрузки, равной 560 кгс/м ² , по табл. 2	0,99999

Таблица 5

n – общее число перекрытий	$y_n = 0,4 + \frac{y_{A1} - 0,4}{\sqrt{n}}$ $y_{A1} = 1$	$y_n = 0,5 + \frac{y_{A2} - 0,5}{\sqrt{n}}$ $y_{A2} = 1$	Расчетные нагрузки для квартир жилых зданий (кгс/м ²)	Расчетные нагрузки для торговых залов (кгс/м ²)
1	1	1	195,00	480,00
2	0,824264	0,853553	160,73	409,70
3	0,74641	0,788675	145,55	378,56
4	0,7	0,75	136,50	360,00
5	0,668328	0,723607	130,32	347,33
6	0,644949	0,704124	125,76	337,97
7	0,626779	0,688982	122,22	330,71
8	0,612132	0,676777	119,36	324,85
9	0,6	0,666667	117,00	320,00
10	0,589737	0,658114	114,99	315,89
11	0,580907	0,650756	113,27	312,36
12	0,573205	0,644338	111,77	309,28
13	0,56641	0,638675	110,45	306,56
14	0,560357	0,633631	109,26	304,14
15	0,554919	0,629099	108,20	301,96



Таблица 6

n - общее число перекрытий	Максимальное значение из 10000 случайных реализаций нагрузки мат. ожиданием $\mu=150\text{кгс/м}^2$ и стандартом распределения $\Delta=11,25\text{кгс/м}^2$	Максимальное значение из среднеарифметических значений при числе перекрытий 2 и больше
1	191,26 кгс/м ²	
2	193,21 кгс/м ²	180,30 кгс/м ²
3	195,10 кгс/м ²	174,40 кгс/м ²
4	189,23 кгс/м ²	172,59 кгс/м ²
5	195,10 кгс/м ²	172,48 кгс/м ²
6	190,62 кгс/м ²	169,74 кгс/м ²
7	192,09 кгс/м ²	167,37 кгс/м ²
8	188,55 кгс/м ²	166,20 кгс/м ²
9	191,26 кгс/м ²	164,14 кгс/м ²
10	190,62 кгс/м ²	163,31 кгс/м ²
11	192,09 кгс/м ²	162,32 кгс/м ²
12	191,26 кгс/м ²	163,47 кгс/м ²
13	190,62 кгс/м ²	162 кгс/м ²
14	190,87 кгс/м ²	161,80 кгс/м ²
15	191,26 кгс/м ²	160,71 кгс/м ²
	Максимум-максимумов 195,10 кгс/м ²	

Таблица 7

n - общее число перекрытий	Максимальное значение из 10000 случайных реализаций нагрузки мат. ожиданием $\mu=78\text{кгс/м}^2$ и стандартом распределения $\Delta=29,25\text{кгс/м}^2$	Максимальное значение из среднеарифметических значений при числе перекрытий 2 и больше
1	185,29кгс/м ²	
2	190,36кгс/м ²	156,79кгс/м ²
3	195,27кгс/м ²	141,44кгс/м ²
4	180,00кгс/м ²	136,74кгс/м ²
5	183,62кгс/м ²	136,45кгс/м ²
6	187,44кгс/м ²	129,34кгс/м ²
7	186,48кгс/м ²	123,18кгс/м ²
8	193,78кгс/м ²	120,12кгс/м ²
9	185,29кгс/м ²	114,66кгс/м ²
10	189,34кгс/м ²	114,67кгс/м ²
11	187,45кгс/м ²	113,03кгс/м ²
12	189,26кгс/м ²	112,31кгс/м ²
13	183,62кгс/м ²	111,56кгс/м ²
14	185,29кгс/м ²	108,64кгс/м ²
15	178,24кгс/м ²	106,57кгс/м ²
	Максимум-максимумов 195,27кгс/м ²	



Таблица 8

n - общее число перекрытий	Максимальное значение из 10000 случайных реализаций нагрузки мат. ожиданием $\mu=240$ кгс/м ² и стандартом распределения $\Delta=60,0$ кгс/м ²	Максимальное значение из среднеарифметических значений при числе перекрытий 2 и больше
1	453,80кгс/м ²	
2	470,50кгс/м ²	430,45кгс/м ²
3	456,67кгс/м ²	373,75кгс/м ²
4	447,34кгс/м ²	356,66кгс/м ²
5	480,56кгс/м ²	337,04кгс/м ²
6	470,50кгс/м ²	328,45кгс/м ²
7	480,56кгс/м ²	321,46кгс/м ²
8	453,80кгс/м ²	317,31кгс/м ²
9	470,50кгс/м ²	313,02кгс/м ²
10	470,50кгс/м ²	310,49кгс/м ²
11	480,56кгс/м ²	302,77кгс/м ²
12	453,80кгс/м ²	305,62кгс/м ²
13	470,50кгс/м ²	308,88кгс/м ²
14	447,34кгс/м ²	301,05кгс/м ²
15	470,50кгс/м ²	297,45кгс/м ²
	Максимум-максимумов 480,56кгс/м ²	

перекрытия квартир равным нагрузке $\mu = 78$ кгс/м² и стандарт распределения $\Delta = 29,25$ кгс/м². При таком распределении расчетная нагрузка обеспечивается также с квантилью 4 или $p_j = 78$ кгс/м² + 4*29,25 кгс/м² = 195 кгс/м².

Для принятых соотношений средняя нагрузка на перекрытие комнаты площадью 20 м² будет составлять 78*20=1560 кгс, а максимальная (расчетная) 195*20=3900 кгс, что не противоречит практике жизни.

Используя ранее изложенную методику статистического моделирования, определим нагрузки на для квартир (таблица 7) и торговых залов (таблица 8).

Полученные результаты имеют существенно лучшую сходимость с данными, полученными по методике СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия» [1].

Выводы

1. Вероятностная обеспеченность расчетной суммарной постоянной нагрузки увеличивается с возрастанием числа учитываемых нагрузок в этой сумме. Назначенное расчетное значение обеспеченности расчетной суммарной постоянной нагрузки может быть получено методом статистического моделирования.

2. Для равномерно-распределенных временных нагрузок на плиты перекрытия и лестницы

математическое ожидание следует принимать равным произведению расчетного значения нагрузки на

коэффициенты $y_n = 0,5 + \frac{y_{A2} - 0,5}{\sqrt{n}} = 0,5$ или

$y_n = 0,4 + \frac{y_{A1} - 0,4}{\sqrt{n}} = 0,4$, а стандарты распределения

принимать равными 0,125 или 0,15 от расчетного значения нагрузки.

Литература

1. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 2003. – 36 с.
2. ГОСТ 27751-88 (с изм. 01.1999). Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету. – 8 с.
3. ANSI/ASCE 7-95. Нагрузки для зданий и сооружений. – 64 с.
4. Пособие по проектированию стальных конструкций (к СНиП II-23-81* «Стальные конструкции») // ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. – М: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 148 с.
5. Справочник по математике для научных работников и инженеров. / Г. Корн и Т. Корн. – М., 1970. – С. 542.



УДК 624.138; 624.131.23

В.Р. Мустакимов – кандидат технических наук, доцент кафедры оснований и фундаментов, динамики сооружений и инженерной геологии

Е.В. Иванова – студент

Р.И. Шафигуллин – студент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТЕСНЕННОЙ ПРОСАДКИ КВАЗИПРОСАДОЧНОГО И СЖИМАЕМОСТИ РЫХЛОГО ПЕСЧАНОГО ГРУНТОВ, АРМИРОВАННЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Достоверность результатов экспериментальных исследований структурно неустойчивых грунтов зависит от выбора модели грунта для экспериментальных испытаний его в лабораторных условиях с сохранением физико-механических свойств ненарушенной структуры. В настоящей работе приведены результаты экспериментальных испытаний двух моделей структурно неустойчивых оснований, включая грунты, проявляющие просадочные свойства при их увлажнении, а также рыхлые, несслежавшиеся песчаные грунты.

Отличительной особенностью просадочных грунтов является их макропористая и не устойчивая к увлажнению структура. При увлажнении просадочные макропористые породы проявляют дополнительную деформацию, называемую просадкой. При отборе образцов просадочного грунта с ненарушенной структурой для проведения штамповых испытаний в условиях объемного лотка не представляется возможным сохранить природную структуру испытуемого грунта. Это является проблемой многих исследователей, решение которой предлагается в настоящей работе.

Целью исследований является искусственное создание макропористой структуры модели грунта с неустойчивыми к увлажнению структурными связями из образца лессовидного суглинка с нарушенной структурой, а также исследование качественных и количественных характеристик деформативности просадочного и рыхлого грунтов, армированных вертикальными элементами.

Для достижения поставленной цели были решены задачи по проектированию, изготовлению и монтажу лабораторного оборудования и приборов, а также проведены испытания грунтов в лабораторных условиях.

Предложен способ и метод создания искусственно структурированного массива грунта в полости объемного лотка или срезного кольца одометра. Искусственно созданный в лабораторных условиях грунт, имеющий макропористую структуру и при увлажнении которого проявляются просадочные свойства, авторами предлагается называть

квазипросадочным грунтом. Исследовалась просадочность и стесненная просадка квазипросадочного грунта без армирования и с армированием вертикальными элементами в одометре с повышенным срезным кольцом и объемном лотке. Эксперименты проводились в два этапа, включая маломасштабные в стандартном одометре и масштабные в объемном лотке.

В объеме настоящей работы приведены исследования первого этапа. Маломасштабные эксперименты включают испытание квазипросадочного грунта в одометре с использованием стандартных колец высотой 25 мм и повышенных колец высотой 150 мм (рис.1, 2).

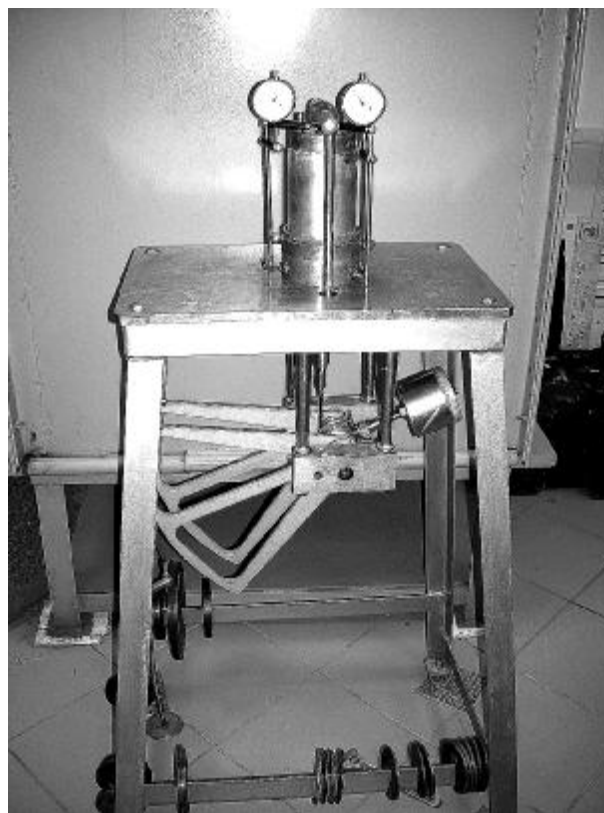


Рис 1. Прибор для испытания грунтов в одометре с повышенным кольцом

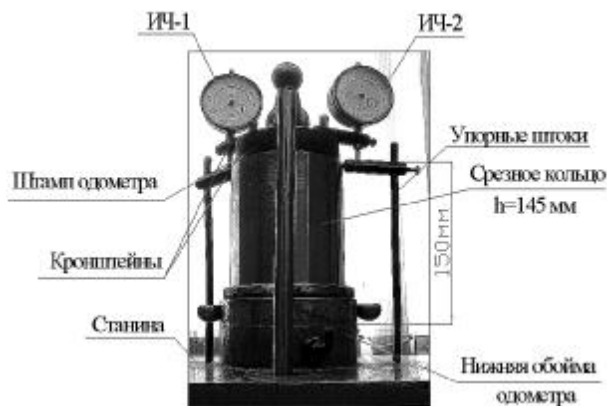


Рис. 2. Одометр с повышенным срезным кольцом высотой $h_k = 150$ мм

Для приготовления образцов квазипросадочного грунта использовалась сухая смесь лессовидного суглинка нарушенной структуры и комовая негашеная известь СаО по ГОСТ 9179-77. Тщательно перемешанная смесь этих компонентов при различном их дозировании в сухом состоянии засыпалась в полость срезного кольца одометра без уплотнения, и производилось замачивание смеси сверху. В результате замачивания сухой смеси суглинка и негашеной извести (кипелки) происходил экзотермический процесс гашения извести со значительным увеличением объема образца грунтово-известковой смеси в кольце (рис. 3.). Увеличение объема образца, искусственно созданного при гашении извести, составило от 1,7 до 2 раз. Это происходит за счет образования макропор при использовании быстрогащейся извести. После просушивания в сушильном шкафу и охлаждения кольцо с образцом квазипросадочного грунта устанавливалось в одометр и проводились компрессионные испытания.

Испытания проводились для серии образцов при различном соотношении компонентов квазипросадочного грунта (суглинок - негашеная



Рис.3. Увеличение объема образца квазипросадочного грунта после гашения грунтово-известковой смеси водой

известь). Для описания просадочности квазипросадочного грунта использовался коэффициент

$$e_{sl} = \frac{h_{n.p.} - h_{sat.p.}}{h},$$

определенный экспериментально по стандартной методике при помощи одометра. Результаты компрессионных испытаний квазипросадочного грунта в условиях одноосного сжатия с замачиванием образцов приведены на графиках $h=f(p)$ (рис.4.).

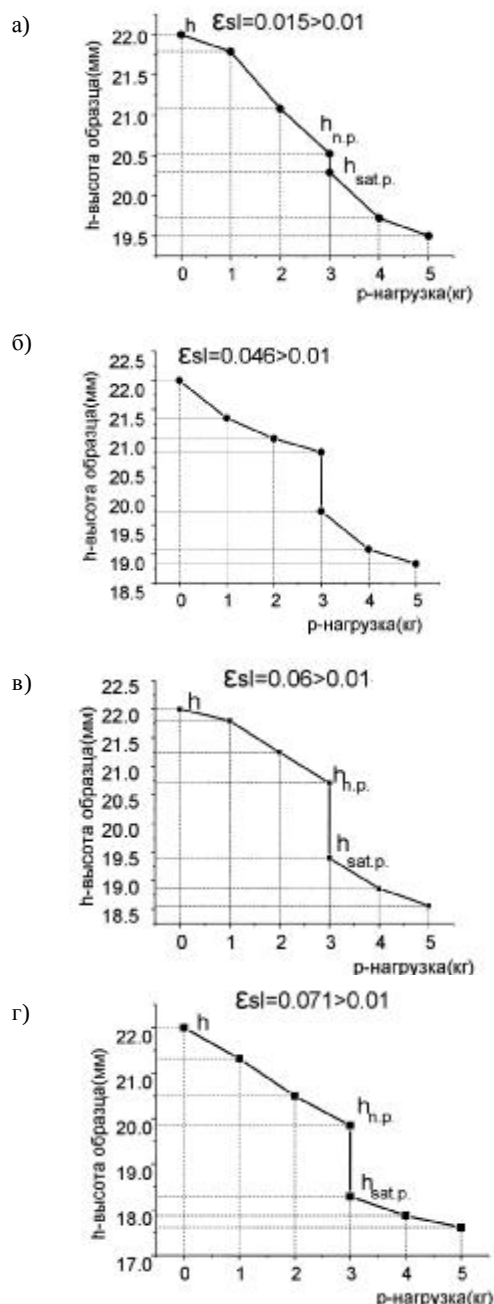


Рис.4. Компрессионные зависимости $h=f(p)$ для модели квазипросадочного грунта в зависимости от дозирования составляющих грунт компонентов (суглинок – негашеная известь): а – суглинок - 60%, СаО - 40%; б – суглинок - 50%, СаО - 50%; в – суглинок - 40%, СаО - 60%; г – суглинок - 30%, СаО - 70%



Таблица 1

№№ образцов грунта на рис. 4	Составляющие компоненты (суглинок - негашеная известь) в сухой смеси модели квазипросадочного грунта, %		Коэффициент относительной просадочности, e_{sl} при нагрузке на штамп одометра $P=3 \text{ кг}$
	Лессовидный суглинок	Негашеная известь (комовая) CaO	
4а	60	40	0,015
4б	50	50	0,046
4в	40	60	0,060
4г	30	70	0,071

Влияние дозирования компонентов при моделировании квазипросадочного грунта на изменение величины e_{sl} приведено в таблице 1.

При нагрузке 3 кг на штамп одометра производилось замачивание грунта до полного водонасыщения по схеме снизу вверх. Из графиков (рис. 4) видно, что при увлажнении квазипросадочного грунта происходит скачкообразная деформация макропористого грунта, аналогичная реальному процессу деформации, происходящему в просадочных грунтах при их замачивании. Следовательно, искусственно созданная макропористая структура грунта, с определенными допущениями, может быть использована в качестве модели при лабораторных исследованиях просадочных грунтов в одометре, стабилометре и объемном лотке, с заданной величиной e_{sl} .

Для исследования квазипросадочного грунта, армированного вертикальными элементами-моделями, был проведен цикл испытаний с использованием срезных колец высотой $h_k=150 \text{ мм}$. Для этого по изложенной выше технологии изготавливался квазипросадочный образец

грунта. В образце квазипросадочного грунта при помощи сверла $d=6 \text{ мм}$ пробуривались шурфы (рис.5). Приготавливался раствор текуче-пластичной консистенции из смеси цемента (60%), строительного гипса (40%) и воды. Свежеприготовленный раствор при помощи технического шприца инъецировался в полость скважин образца до полного их заполнения (рис. 5).

Образцы квазипросадочного грунта с армированием после набора проектной прочности вертикальными армозелентами были испытаны в одометре с замачиванием. После замачивания нагруженного под штампом одометра образца квазипросадочного грунта, армированного вертикальными элементами, происходила стесненная просадка. Величина стесненной просадки изменялась в зависимости от длины армирования образцов. Проведено испытание грунта в одометре без армирования и три цикла с армированием при длине элементов: 50 мм ($0,3h_k$); 75 мм ($0,5h_k$) и 105 мм ($0,7h_k$) (рис. 6).



Рис. 5. Изготовление армозелентов в образце квазипросадочного грунта:
а) высверливание шурфов $d=6 \text{ мм}$; б) армированный грунт

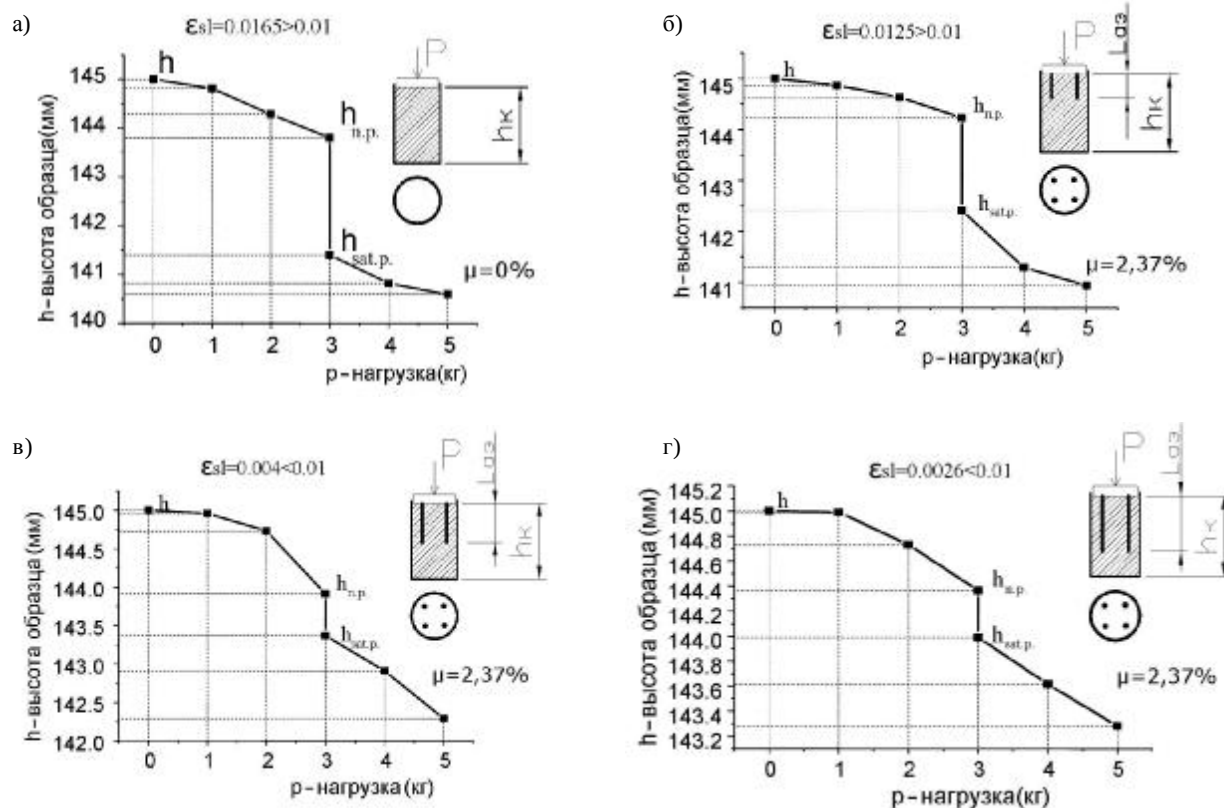


Рис. 6. Зависимость $h=f(p)$ для модели квазипросадочного неармированного и армированного грунта при $m = 2,37\%$, в зависимости от длины армирования кольца одометра $h_k = 150$ мм: а) без армирования; б) армирован элементами длиной $L_{арм} = 50$ мм; в) то же $L_{арм} = 75$ мм; г) то же $L_{арм} = 105$ мм

Результаты экспериментального определения e_{sl} модели грунта, армированного вертикальными элементами-моделями, приведены в таблице 2.

Экспериментальным испытаниям также были подвергнуты рыхлые, несслежавшиеся песчаные грунты, армированные вертикальными элементами, в связи с их недостаточной изученностью. Автором проведен цикл лабораторных исследований деформативности песчаного грунта, армированного различными вертикальными элементами, в одометре. Исследовались качественные и количественные характеристики деформативности рыхлого песка, не армированного и армированного вертикальными элементами. Испытаниям был подвергнут мелкий песок в рыхлом состоянии плотностью $\rho = 1,51 \text{ г/см}^3$, с коэффициентом пористости $e = 0,76$ при различном проценте армирования $\mu, \%$; диаметре $d_{арм}$ и длине $l_{арм}$ армоэлементов. В качестве армирующих элементов использовались деревянные модели с шероховатой и шероховатой (спиралевидной) боковой поверхностью. Принимались три характерные длины, армоэлементов: $L_{арм} = 50$ мм; $L_{арм} = 75$ мм; $L_{арм} = 105$ мм. Образцы рыхлого, несслежавшегося песка, приготовленного для проведения компрессионных испытаний под штампом одометра, а также использованные для вертикального армирования

элементы-модели с шероховатой поверхностью приведены на рисунке 7.

Результаты экспериментальных исследований деформативности рыхлых, несслежавшихся песчаных грунтов, армированных вертикальными элементами-моделями, приведены на графиках $e=f(p)$ (рис. 8) и $E=f(\mu)$ (рис. 9).

Анализ графиков зависимости $e=f(p)$ (рис. 8) и $E=f(\mu)$ (рис. 9) позволяет установить влияние вертикального армирования на деформативность рыхлого, несслежавшегося песка. Осадка штампа имеет тенденцию к снижению при увеличении процента армирования грунта m , длины армоэлементов $l_{арм}$, а также шероховатости боковой поверхности армоэлементов.

По результатам проведенных экспериментов по созданию искусственной модели грунта, проявляющего просадочные свойства, а также исследования деформативности структурно неустойчивых грунтов можно сделать следующие выводы:

1. Получена экспериментальная модель и предложена технология изготовления искусственного грунта, способного проявлять просадочные свойства, адекватные деформации просадки грунта природного происхождения при замачивании. Такой грунт получил

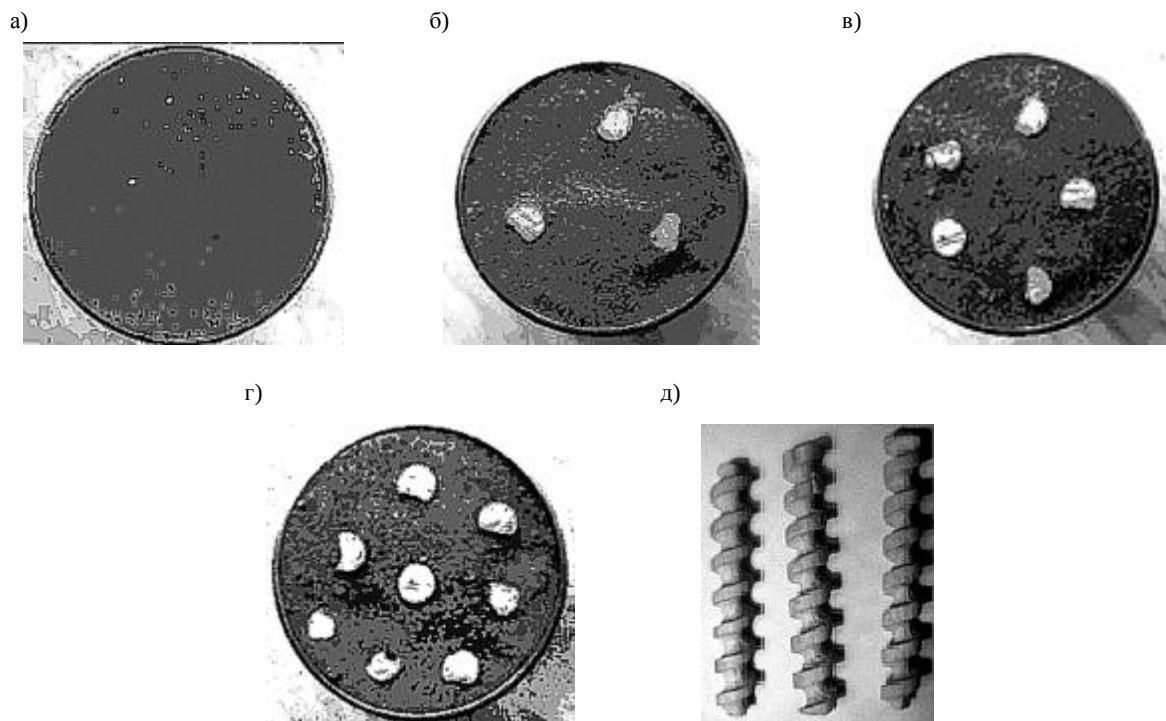


Рис.7. Образцы с рыхлым песком, армированным деревянными элементами-моделями. а) грунт без армирования; б) грунт армированный тремя армоэлементами-моделями; в) то же пятью; г) то же восемью

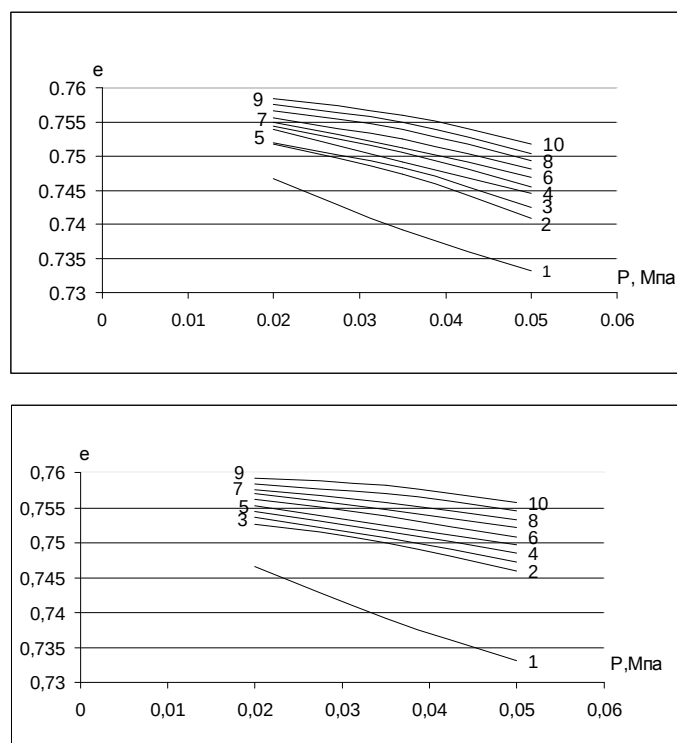


Рис.8. Зависимость $e=f(P)$ при различном проценте армирования рыхлого песка вертикальными элементами-моделями с нешероховатой (а) и шероховатой (б) боковой поверхностью: 1 – грунт не армирован $m=0,000\%$; 2 – грунт армирован тремя элементами, $laэ.=50\text{мм}$, $m=3,1\%$; 3 – то же пятью, $m=5,2\%$; 4 – то же восемью, $m=8,4\%$; 5 – грунт армирован тремя элементами, $laэ.=75\text{мм}$, $m=3,1\%$; 6 – то же пятью, $m=5,2\%$; 7 – то же восемью, $m=8,4\%$; 8 – грунт армирован тремя элементами, $laэ.=100\text{мм}$, $m=3,1\%$; 9 – то же пятью, $m=5,2\%$; 10 – то же восемью, $m=8,4\%$

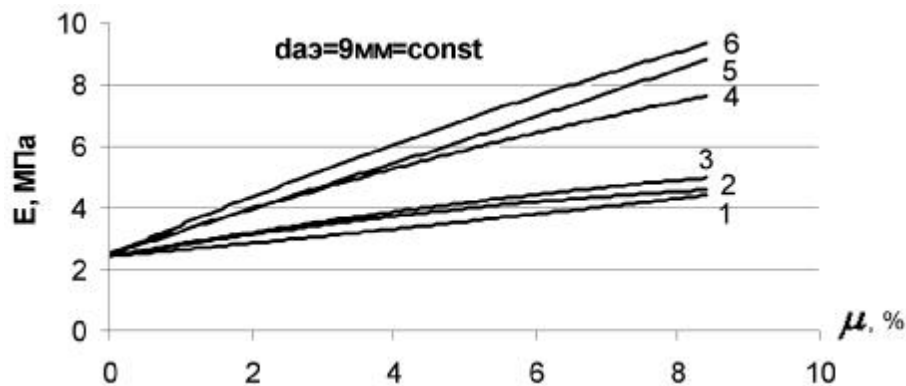


Рис.9. Зависимость $E=f(\mu)$ при различном проценте армирования рыхлого песка вертикальными элементами с шероховатой (кривые 1-3) и шероховатой боковой поверхностью (кривые 4-6) 1, 4 – грунт армирован элементами $la_z=1/3h_k=50\text{мм}$; 2, 5 – грунт армирован элементами $la_z=2/3h_k=75\text{мм}$; 3, 6 – грунт армирован $la_z=3/2h_k=100\text{ мм}$

название квазипросадочного грунта. Использование квазипросадочного грунта позволяет моделировать работу просадочного грунта, его можно испытывать не только в одометре, стабилометре и приборе объемного сжатия, но и в плоских и объемных лотках больших размеров.

2. Экспериментально установлено, что в условиях стесненной просадки вертикально армированного грунта без возможности бокового расширения минимальной глубиной армирования массива, при которой $e_{sl} < 0,01$, является величина, равная $0,6h_k$, где h_k – высота кольца одометра или мощность просадочной толщи ниже подошвы фундамента.

3. Полученные результаты позволяют приступить к исследованию напряженно-деформированного состояния квазипросадочного грунта в условиях штамповых испытаний в объемном лотке.

4. Армирование вертикальными элементами-моделями рыхлого, несслежавшегося песка без возможности бокового расширения при различном проценте его армирования ($\mu=0,000-8,4\%$) и шероховатости боковой поверхности позволяет повысить величину модуля общей деформации от 30 до 50% (см. график $E=f(\mu)$, рис. 9).

Литература

Мустакимов В.Р. Прочность и деформативность просадочных грунтов оснований, армированных вертикальными армозементами. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М.: МГСУ, 2004. – 24 с.



УДК 539.3

Х.Г. Киямов – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики

Н.М. Якупов – доктор технических наук, профессор кафедры строительной механики, заведующий лабораторией ИММ КазНЦ РАН

И.Х. Киямов – соискатель

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

С.Н. Якупов – соискатель

Институт механики и машиностроения КазНЦ РАН

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ОБОЛОЧЕК СПЛАЙНОВЫМ ВАРИАНТОМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Для расчета оболочечных конструкций сложной геометрии можно использовать вариант МКЭ, изложенный, например, в работах [1-2]. Метод, благодаря синтезу идеи параметризации и МКЭ, позволяет получать согласованные конечные элементы.

Все соотношения записываются в криволинейной системе координат, которая выбирается на некоторой поверхности отсчета. Компоненты тензора деформации содержат производные второго и третьего порядка от радиус-вектора $\mathbf{r}$ поверхности отсчета. Если информация о геометрии оболочки задается дискретно, то при вычислении производных от радиус-вектора $\mathbf{r}$ возникает проблема параметризации, т.е. необходимо задать такую аппроксимирующую функцию, чтобы значения производных третьего порядка находились с достаточной точностью.

Рассмотрим случай среднего изгиба оболочки, для которого, согласно Х.М. Муштари [3], максимальный прогиб одного порядка с толщиной может значительно превосходить ее, но мал по сравнению с другими линейными размерами оболочки. При этом тангенциальные и изгибные деформации для срединной поверхности s оболочек определяются по формулам [1-3].

$$2e_{ik} = e_{ik} + e_{ki} + w_i w_k \quad c_{ik} = \nabla_i w_k - b_i^s e_{ks} \quad i, k, s = 1, 2$$

$2e_{ik}$ – ковариантные компоненты тензора тангенциальных деформаций; c_{ik} – ковариантные компоненты тензора деформаций изгиба и кручения; $w_i = \nabla_i \mathbf{w} + \mathbf{b}_i^k \mathbf{u}_k$ – компоненты вектора поворота нормали $\mathbf{m}$; ∇_i – знак ковариантного дифференцирования относительно $\mathbf{a}_{ik}$; $\mathbf{a}_{ik}$ – компоненты метрического тензора; b_i^s – смешанные компоненты второго метрического тензора; $\mathbf{u}_k, \mathbf{w}$ – ковариантные компоненты вектора перемещения.

Записывая выражения для тангенциальных и изгибных деформаций через перемещения, имеем следующие геометрические соотношения:

$\dot{r}_{11} = \frac{\partial u}{\partial t^1} - \Gamma_{11}^1 u - \Gamma_{11}^2 v - b_{11} w + \frac{1}{2} w_1^2 \Gamma$ $2\dot{r}_{12} = \frac{\partial u}{\partial t^2} + \frac{\partial v}{\partial t^1} - 2\Gamma_{12}^1 u - 2\Gamma_{12}^2 v - 2b_{12} w + w_1 w_2,$ $\dot{r}_{22} = \frac{\partial v}{\partial t^2} - \Gamma_{22}^1 u - \Gamma_{22}^2 v - b_{22} w + \frac{1}{2} w_2^2 \Gamma$	$\dot{r}_{11} = H \frac{\partial^2 w}{\partial (t^1)^2} + \Gamma_{11}^1 \frac{\partial w}{\partial t^1} + \Gamma_{11}^2 \frac{\partial w}{\partial t^2} - (b_1^1 b_{21} + b_1^2 b_{11}) w$ $- 2b_1^1 \frac{\partial u}{\partial t^1} + \left(-\frac{\partial b_1^1}{\partial t^1} + 2\Gamma_{11}^1 b_1^1 + \Gamma_{11}^2 b_2^1 + \Gamma_{12}^1 b_1^2 \right) u$ $- 2b_1^2 \frac{\partial v}{\partial t^1} + \left(-\frac{\partial b_1^2}{\partial t^1} + \Gamma_{11}^1 b_1^2 + \Gamma_{11}^2 b_2^2 + \Gamma_{12}^1 b_1^1 + \Gamma_{12}^2 b_2^1 \right) v$
$\dot{r}_{12} = H \frac{\partial^2 w}{\partial t^1 \partial t^2} + \Gamma_{12}^1 \frac{\partial w}{\partial t^1} + \Gamma_{12}^2 \frac{\partial w}{\partial t^2} - (b_1^1 b_{12} + b_1^2 b_{22}) w$ $- b_2^1 \frac{\partial u}{\partial t^1} + \left(-\frac{\partial b_2^1}{\partial t^1} + 2\Gamma_{12}^1 b_1^1 + \Gamma_{12}^2 b_2^2 + \Gamma_{22}^1 b_1^2 \right) u$ $- 2b_1^2 \frac{\partial v}{\partial t^2} + \left(-\frac{\partial b_2^2}{\partial t^1} + \Gamma_{12}^1 b_1^2 + \Gamma_{12}^2 b_2^2 + \Gamma_{22}^1 b_1^1 + \Gamma_{22}^2 b_2^1 \right) v$	$\dot{r}_{22} = H \frac{\partial^2 w}{\partial (t^2)^2} + \Gamma_{22}^1 \frac{\partial w}{\partial t^1} + \Gamma_{22}^2 \frac{\partial w}{\partial t^2} - (b_2^1 b_{12} + b_2^2 b_{22}) w$ $- 2b_2^1 \frac{\partial u}{\partial t^2} + \left(-\frac{\partial b_2^1}{\partial t^2} + \Gamma_{22}^1 b_1^1 + \Gamma_{22}^2 b_2^2 + \Gamma_{12}^1 b_2^1 + \Gamma_{22}^2 b_2^2 \right) u$ $- 2b_2^2 \frac{\partial v}{\partial t^2} + \left(-\frac{\partial b_2^2}{\partial t^2} + \Gamma_{22}^1 b_1^2 + 2\Gamma_{22}^2 b_2^2 + \Gamma_{12}^2 b_2^1 \right) v$



При малых деформациях соотношения упругости изотропных оболочек имеют вид [1-3]

$$T_{\varepsilon}^{ik} = KE^{ikjs} e_{js}, \quad M_{\varepsilon}^{ik} = DE^{ikjs} e_{js} \quad (i, k, j, s = 1, 2),$$

где T_{ε}^{ik} , M_{ε}^{ik} – контравариантные компоненты тензора тангенциальных усилий моментов, $K=Ed/(1-\nu^2)$ – жесткость на растяжение-сжатие; $D=Ed^2/12(1-\nu^2)$ – изгибная жесткость; $E^{ikjs}=a^{ij}a^{ks} + \nu c^{ij}c^{ks}$; c^{ks} – контравариантные компоненты поверхностного дискриминанта тензора; $c^{11}=0$, $c^{12}=c^{21}=1/a^{1/2}$, $a^{ik}=c^{ij}c^{kn}a_{nj}$ – контравариантные компоненты основного метрического тензора; d – толщина оболочки; E – модуль упругости; ν – коэффициент Пуассона.

$$\begin{Bmatrix} T_e^{11} \\ T_e^{12} \\ T_e^{22} \end{Bmatrix} = K[B] \begin{Bmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{12} \\ \varepsilon_{22} \end{Bmatrix}, \quad \begin{Bmatrix} M^{11} \\ M^{12} \\ M^{22} \end{Bmatrix} = D[B] \begin{Bmatrix} k_{11} \\ k_{12} \\ k_{22} \end{Bmatrix}, \quad [B] = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & B_{13} \\ B_{21} & B_{22} & B_{23} \\ B_{31} & B_{32} & B_{33} \end{bmatrix},$$

$$B_{11} = \frac{\dot{r}_{22}\ddot{r}_{22}}{\dot{r}^2}, \quad B_{12} = -\frac{\dot{r}_{12}\ddot{r}_{22}}{\dot{r}^2}, \quad B_{13} = \frac{\dot{r}n + \dot{r}_{12}\ddot{r}_{12}}{\dot{r}^2}, \quad B_{23} = \frac{\dot{r}_{11}\ddot{r}_{12}}{\dot{r}^2}, \quad B_{22} = -\frac{\dot{r}_{12}\ddot{r}_{12} + \dot{r}_{12}\ddot{r}_{12} - \dot{r}n}{\dot{r}^2}, \quad B_{33} = \frac{\dot{r}_{11}\ddot{r}_{11}}{\dot{r}^2},$$

Формулу для вычисления напряжений можно записать в виде

$$s^{ik} = \frac{E}{1-\nu^2} [E^{ikjs} (e_{js} + \nu k_{js})]$$

Для вывода основных разрешающих уравнений воспользуемся вариационным уравнением Лагранжа

$$\begin{aligned} \iint (T^{ik} de_{ik} + M^{ik} dk_{ik}) \sqrt{f} dt^1 dt^2 = \int_0^1 \int_0^1 [X^1 du + X^2 dv + X^3 dw] \sqrt{f} dt^1 dt^2 + \\ + \int_0^1 (p^{21} du + p^{22} dv + p^2 dw) \sqrt{f_{11}} dt^1 \Big|_{t^2=0}^{t^2=1} + \int_0^1 (p^{11} du + p^{12} dv + p^1 dw) \sqrt{f_{22}} dt^2 \Big|_{t^1=0}^{t^1=1} \end{aligned}$$

где de_{ik} , и dk_{ik} – вариации соответственно ковариантных компонент тензоров e_{ik} , и k_{ik} , X^1 , X^2 , X^3 – контравариантные компоненты вектора внешнего поверхностного усилия, p^{11} , p^{12} , p^1 и p^{21} , p^{22} , p^2 – контравариантные компоненты вектора контурных нагрузок.

Метод решения. Проводя параметризацию области $\Omega \in \sigma$ и выразив все векторные и тензорные величины в построенном базисе, задачу определения напряженно-деформированного состояния сводим к классическому виду. При этом вместо сложной области Ω , занимаемой срединной поверхностью оболочки, рассматривается каноническая область Ω_{ϕ} в виде прямоугольника, задаваемого параметрами t^1, t^2 .

В области $\Omega_{\phi} = [0, T^1] \times [0, T^2]$ введем сетку, использованную на этапе параметризации срединной поверхности оболочки. При формировании матрицы жесткости всей системы необходимо производить численное интегрирование на каждом из прямоугольников Ω_{ij} сетки Δ , в связи с этим на этапе параметризации поверхности введена более густая сетка Δ_j .

Ковариантные компоненты вектора перемещения и их производных ij -го узла сетки Δ_{ij} обозначим через

$$\begin{aligned} u_{i,j} \quad u_{i,j}^{01} = \frac{\partial u}{\partial t^2} \Big|_{i,j} \quad u_{i,j}^{10} = \frac{\partial u}{\partial t^1} \Big|_{i,j} \quad u_{i,j}^{11} = \frac{\partial^2 u}{\partial t^1 \partial t^2} \Big|_{i,j} \\ v_{i,j} \quad v_{i,j}^{01} = \frac{\partial v}{\partial t^2} \Big|_{i,j} \quad v_{i,j}^{10} = \frac{\partial v}{\partial t^1} \Big|_{i,j} \quad v_{i,j}^{11} = \frac{\partial^2 v}{\partial t^1 \partial t^2} \Big|_{i,j} \\ w_{i,j} \quad w_{i,j}^{01} = \frac{\partial w}{\partial t^2} \Big|_{i,j} \quad w_{i,j}^{10} = \frac{\partial w}{\partial t^1} \Big|_{i,j} \quad w_{i,j}^{12} = \frac{\partial^2 w}{\partial t^1 \partial t^2} \Big|_{i,j} \end{aligned}$$



Представим решение в каждом из прямоугольников $\Omega_{ij} = [t_i^1; t_{i+1}^1] * [t_j^2; t_{j+1}^2]$ в виде интерполяционного эрмитового кубического сплайна двух переменных

$$u = j(s^1)F_u j(s^2), \quad v = j(s^1)F_v j(s^2), \quad w = j(s^1)F_w j(s^2),$$

$$\text{где } j(s^1) = (j_1(s^1), j_2(s^1), j_3(s^1)h_i, j_4(s^1)h_i), \quad j(s^2) = (j_1(s^2), j_2(s^2), j_3(s^2)h_j, j_4(s^2)h_j)$$

$$F_u = \begin{vmatrix} u_{i,j} & u_{i,j+1} & u_{i,j}^{01} & u_{i,j+1}^{01} \\ u_{i+1,j} & u_{i+1,j+1} & u_{i+1,j}^{01} & u_{i+1,j+1}^{01} \\ u_{i,j}^{10} & u_{i,j+1}^{10} & u_{i,j}^{11} & u_{i,j+1}^{11} \\ u_{i+1,j}^{10} & u_{i+1,j+1}^{10} & u_{i+1,j}^{11} & u_{i+1,j+1}^{11} \end{vmatrix}, \quad F_v = \begin{vmatrix} v_{i,j} & v_{i,j+1} & v_{i,j}^{01} & v_{i,j+1}^{01} \\ v_{i+1,j} & v_{i+1,j+1} & v_{i+1,j}^{01} & v_{i+1,j+1}^{01} \\ v_{i,j}^{10} & v_{i,j+1}^{10} & v_{i,j}^{11} & v_{i,j+1}^{11} \\ v_{i+1,j}^{10} & v_{i+1,j+1}^{10} & v_{i+1,j}^{11} & v_{i+1,j+1}^{11} \end{vmatrix},$$

$$j_1(s^1) = (1-s^1)(1+2s^1); \quad j_2(s^1) = (s^1)^2(3-2s^1); \quad j_3(s^1) = (s^1)(1-s^1)^2; \quad j_4(s^1) = (s^1)^2(1-s^1); \quad h_i = t_{i+1}^1 - t_i^1; \quad s^1 = \frac{t^1 - t_i^1}{h_i}$$

$$j_1(s^2) = (1-s^2)^2(1+2s^2); \quad j_2(s^2) = (s^2)^2(3-2s^2); \quad j_3(s^2) = (s^2)(1-s^2)^2; \quad j_4(s^2) = (s^2)^2(1-s^2); \quad h_j = t_{j+1}^2 - t_j^2; \quad s^2 = \frac{t^2 - t_j^2}{h_j}.$$

Вводим векторы базовых функции и базовых матриц, состоящих из компонентов скалярного произведения базовых функций. Запишем по правилам матричного умножения векторов и матриц, геометрические соотношения в виде

$$u(s^1, s^2) = j(s^1)F_u j(s^2) = \begin{vmatrix} j_1(s^1)j_1(s^2) & j_1(s^1)j_2(s^2) & j_1(s^1)j_3(s^2)h_j & j_1(s^1)j_4(s^2)h_j \\ j_2(s^1)j_1(s^2) & j_2(s^1)j_2(s^2) & j_2(s^1)j_3(s^2)h_j & j_2(s^1)j_4(s^2)h_j \\ j_3(s^1)h_i j_1(s^2) & j_3(s^1)h_i j_2(s^2) & j_3(s^1)h_i j_3(s^2)h_j & j_3(s^1)h_i j_4(s^2)h_j \\ j_4(s^1)h_i j_1(s^2) & j_4(s^1)h_i j_2(s^2) & j_4(s^1)h_i j_3(s^2)h_j & j_4(s^1)h_i j_4(s^2)h_j \end{vmatrix} \otimes \begin{vmatrix} u_{i,j} & u_{i,j+1} & u_{i,j}^{01} & u_{i,j}^{01} \\ u_{i+1,j} & u_{i+1,j+1} & u_{i+1,j}^{01} & u_{i+1,j}^{01} \\ u_{i,j}^{10} & u_{i,j+1}^{10} & u_{i,j}^{11} & u_{i,j+1}^{11} \\ u_{i+1,j}^{10} & u_{i+1,j+1}^{10} & u_{i+1,j}^{11} & u_{i+1,j+1}^{11} \end{vmatrix}$$

Таким образом, перемещения $u(s^1, s^2)$ через величины узловых перемещений записываются как поэлементное умножение двух матриц.

Приведенные соотношения позволяют выразить изгибные деформации и кручения через неизвестные узловые перемещения и их производных.

Вариационное уравнение Лагранжа записывается в виде

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=1}^{N-1} \int_{t_i^1}^{t_{i+1}^1} \int_{t_j^2}^{t_{j+1}^2} (T_f^{11} de_{r1} + 2T_f^{12} de_{r2} + T_f^{22} de_{r2}) \sqrt{f} dt^1 dt^2 + \\ & + \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=1}^{N-1} \int_{t_i^1}^{t_{i+1}^1} \int_{t_j^2}^{t_{j+1}^2} (M_f^{11} dk_{r1} + 2M_f^{12} dk_{r2} + M_f^{22} dk_{r2}) \sqrt{f} dt^1 dt^2 = \\ & = \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=1}^{N-1} \int_{t_i^1}^{t_{i+1}^1} \int_{t_j^2}^{t_{j+1}^2} [X^1 du + X^2 dv + X^3 dw] \sqrt{f} dt^1 dt^2 + \\ & + \sum_{j=1}^{N-1} \int_{t_j^2}^{t_{j+1}^2} (p^{21} du + p^{22} dv + p^2 dw) \sqrt{f_{11}} d\tilde{t} \Big|_{t^2=0}^{t^2=1} + \\ & + \sum_{i=1}^{M-1} \int_{t_i^1}^{t_{i+1}^1} (p^{11} du + p^{12} dv + p^1 dw) \sqrt{f_{22}} d\tilde{t} \Big|_{t^1=0}^{t^1=1} \end{aligned}$$

Подставляя вариации перемещений и деформаций, учитывая независимость узловых перемещений и их производных, после ряда преобразований получим систему (12MN) алгебраических уравнений вида

$$[A] \{U\} = \{R\}.$$



Здесь {U} вектор неизвестных, {R} вектор нагрузки и нелинейных составляющих, [A] – симметричная матрица жесткости системы ленточной структуры. При этом общую матрицу жесткости [A] собираем из матриц жесткостей каждого конечного элемента размером 48*48, которые получаем путем интегрирования в каждом конечном элементе.

Решая систему уравнений, находим значения узловых перемещений и их производных. На основе вышеизложенной схемы составлена программа и произведено сравнение с известными решениями.

В качестве тестовой задачи был рассмотрен изгиб заделанной на одном конце балки-пластины длиной L=20 см прямоугольного сечения (ширина b=2см, высота t=1см) под действием двух сосредоточенных сил, симметрично приложенных перпендикулярно к поверхности пластины в консольной части: P₁=5кГ и P₂=5кГ, P=P₁+P₂ (рис. 1).

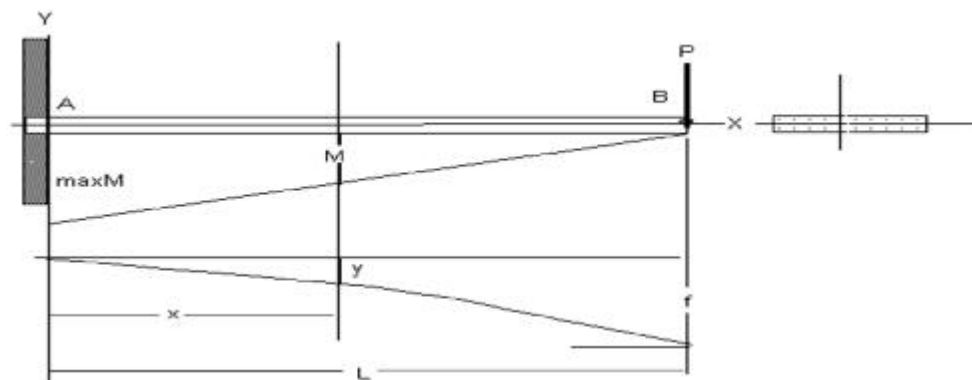


Рис. 1. Расчетная схема для тестирования

Выражение для определения уравнения изогнутой балки прямоугольного сечения в соответствии с соотношениями сопротивления материалов имеет вид

$$M = -P \cdot (L - x), \quad \max M = -P \cdot L, \quad z = \frac{PL^3}{3EJ} \left[\frac{3}{2} \left(\frac{x}{L} \right)^2 - \frac{1}{2} \left(\frac{x}{L} \right)^3 \right], \quad f = \frac{PL^3}{3EJ}, \quad j_B = \frac{PL^2}{2EJ}, \quad J = \frac{bh^3}{12},$$

где E – модуль упругости, f – прогиб свободного конца пластины; j_a – угол поворота конца стержня, z – смещение точки при x.

При расчете E=1000000кГ/см². В таблице 1 приведены результаты расчета прогиба по вышеприведенной формуле, а также результаты расчета по разработанной программе при разбиении рассматриваемой области 11*5.

Таблица 1

Значения X _j , см	W _j см по сопромату	Значения прогиба по W _j МКЭ при разных значениях x _i , y _j				
		y ₁ = -1.0	y ₁ = -0.5	y ₁ = 0.0	y ₁ = 0.5	y ₁ = 1.0
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
0.5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001
1.0	0.0059	0.0005	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005
2.0	0.0023	0.0021	0.0022	0.0023	0.0022	0.0021
4.0	0.0089	0.0087	0.0088	0.0088	0.0088	0.0086
6.0	0.0194	0.0191	0.0192	0.0192	0.0192	0.0192
8.0	0.0331	0.0328	0.0328	0.0329	0.0328	0.0327
12.0	0.0691	0.0684	0.0684	0.0684	0.0684	0.0684
16.0	0.1125	0.1117	0.1117	0.1117	0.1117	0.1117
18.0	0.1360	0.1350	0.1350	0.1350	0.1350	0.1350
20.0	0.1600	0.1588	0.1588	0.1588	0.1588	0.1588

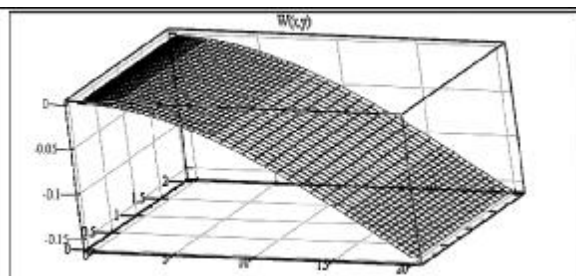


Рис. 2. Прогиб срединной поверхности в изометрии

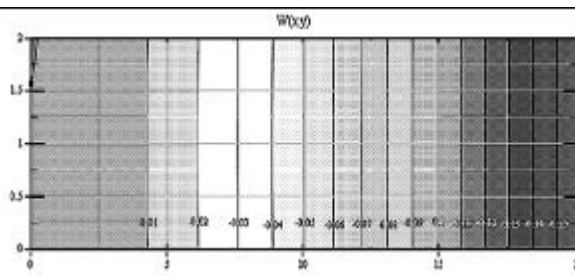


Рис. 3. Прогиб срединной поверхности в плане

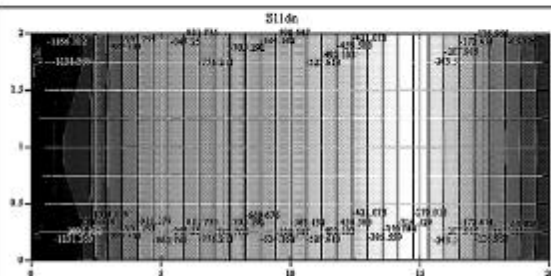


Рис. 4. $\sigma_{11\phi}$ - распределения напряжения на поверхности пластины

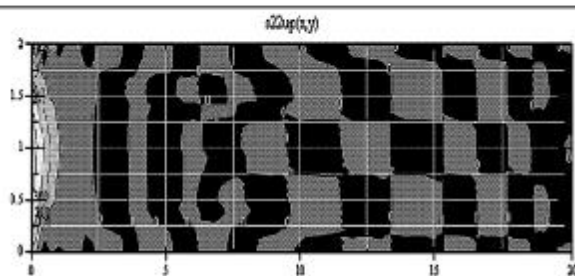


Рис. 5. $\sigma_{22\phi}$ - распределения напряжения на поверхности пластины

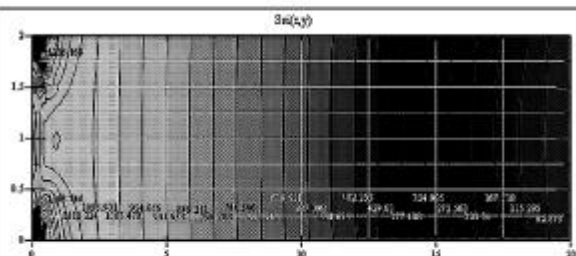


Рис. 6. σ_{int} - распределения напряжения на поверхности пластины

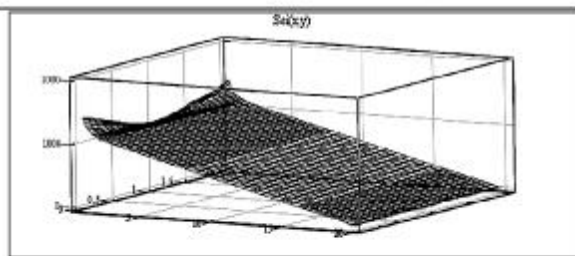


Рис. 7. σ_{ix} - распределения напряжения на поверхности пластины

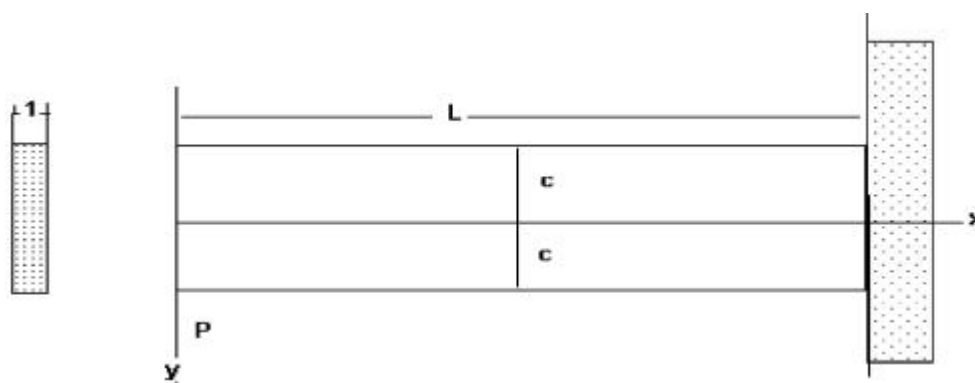


Рис. 8. Расчетная схема поверхности пластины

На рис. 2-6 приведены результаты расчета перемещений w и напряжений $\sigma_{11\phi}$, $\sigma_{22\phi}$, а также интенсивность напряжений σ_{int} на верхней поверхности пластины.

Для сравнения полученных решений с точным решением рассматривался также изгиб балки прямоугольного поперечного сечения единичной толщины, изгибаемой силой $P=10\text{кг}$, приложенной на консольной части в плоскости пластины (рис. 8).



Решение для u , v , σ_x , σ_y , τ_{xy} для выбранного консольного нагружения при граничных условиях $u=v=0$ и

$$\left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)_{x=L, y=0} = 0 \text{ имеет вид [4]}$$

$$u(x, y) = -\frac{Px^2y}{2EJ} - \frac{nPy^3}{6EJ} + \frac{Py^2}{6JG} + \left(\frac{PL^2}{2EJ} - \frac{Ph^2}{2JG} \right) y, \\ v(x, y) = \frac{nPxy^2}{2EJ} + \frac{Px^3}{6EJ} - \frac{PL^2x}{2JE} + \frac{PL^3}{3EJ}; \quad v(x, 0) = \frac{Px^3}{6EJ} - \frac{PL^2x}{2JG} + \frac{PL^3}{3EJ}; \quad v(0, 0) = \frac{PL^3}{3EJ}.$$

Деформации выражаются формулами

$$e_x = \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{s_x}{E} = -\frac{Pxy}{EJ}, \quad e_y = \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{ns_y}{E} = \frac{nPxy}{EJ}, \quad g_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{t_{xy}}{E} = -\frac{P}{2JG}(c^2 - y^2),$$

а напряжения на срединной поверхности имеют вид [4]

$$s_x = -\frac{3P}{2c^3}xy, \quad s_y = 0, \quad t_{xy} = -\frac{3P}{4c^3}(c^2 - y^2), \quad J = 2/3 * xy,$$

Результаты расчета $u(x_i, y_j)$, $v(x_i, y_j)$ в соответствии с теорией [4] и по МКЭ приведены в таблице 2.

Результаты расчета $u(x, y)$, $v(x, y)$, $\sigma_x(x, y)$ и $\tau_{xy}(x, y)$ приведены в рисунках 9-19.

Таблица 2

Значения $U(x_i, y_j)$ теория [4]					Значения $U(x_i, y_j)$ по МКЭ				
$y_1=-1.0$	$Y_2=-0.5$	$Y_3=0$	$y_4=0.5$	$y_5=1.0$	$y_1=0$	$y_2=.5$	$y_3=1$	$y_4=1.5$	$Y_5=2.0$
-.00003	-.00001	0	.00001	.00003	0	0	0	0	0
.00013	.00007	0	-.00006	-.00012	.00014	.00006	0	-.00006	-.00014
.00028	.00014	0	-.00013	-.00027	.00027	.00013	0	-.00013	-.00027
.00056	.00028	0	-.00027	-.00054	.00055	.00027	0	-.00027	-.00055
.00107	.00053	0	-.00053	-.00105	.00106	.00053	0	-.00053	-.00106
.00152	.00076	0	-.00075	-.00151	.00151	.00075	0	-.00075	-.00151
.00191	.00095	0	-.00095	-.00189	.00191	.00095	0	-.00095	-.00190
.00251	.00125	0	-.00125	-.00249	.0025	.00125	0	-.00125	-.0025
.00287	.00143	0	-.00143	-.00285	.00286	.00143	0	-.00143	-.00286
.00296	.00148	0	-.00147	-.00294	.00295	.00147	0	-.00147	-.00295
.00299	.00149	0	-.00149	-.00297	.00298	.00149	0	-.00149	-.00298
Значения $V(x_i, y_j)$ теория [4]					Значения $V(x_i, y_j)$ по МКЭ				
$y_1=-1.0$	$Y_2=-0.5$	$Y_3=0$	$y_4=0.5$	$y_5=1.0$	$y_1=0$	$y_2=.5$	$y_3=1$	$y_4=1.5$	$Y_5=2.0$
0.00005	0.00001	0	0.00001	0.00005	0	0	0	0	0
0.00008	0.00005	0.00004	0.00005	0.00008	0.00007	0.00003	0.00002	0.00003	0.00007
0.00019	0.00016	0.00015	0.00016	0.00019	0.00017	0.00014	0.00013	0.00014	0.00017
0.00062	0.00059	0.00058	0.00059	0.00062	0.0006	0.00057	0.00056	0.00057	0.0006
0.00228	0.00225	0.00224	0.00225	0.00228	0.00224	0.00221	0.00221	0.00221	0.00224
0.00489	0.00487	0.00486	0.00487	0.00489	0.00485	0.00482	0.00481	0.00482	0.00485
0.00835	0.00833	0.00832	0.00833	0.00835	0.00829	0.00827	0.00826	0.00827	0.00829
0.0173	0.01728	0.01728	0.01728	0.0173	0.01722	0.01721	0.0172	0.01721	0.01722
0.02817	0.02816	0.02816	0.02816	0.02817	0.02807	0.02806	0.02806	0.02806	0.02807
0.03402	0.03402	0.03402	0.03402	0.03402	0.03391	0.03391	0.03391	0.03391	0.03391
0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03988	0.03988	0.03988	0.03988	0.03988

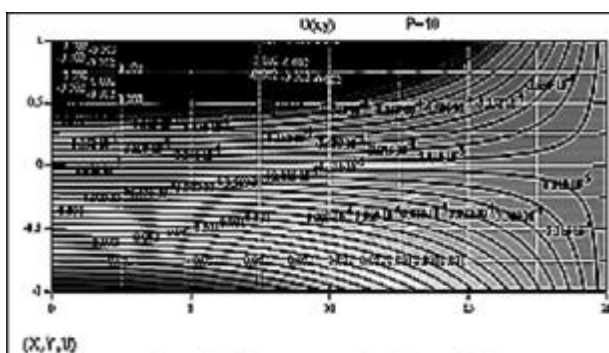


Рис. 9. Значения $u(x, y)$ по [4]

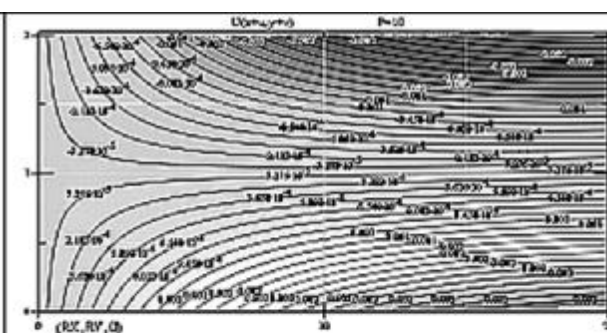


Рис. 10. Значения $u(x, y)$ по МКЗ

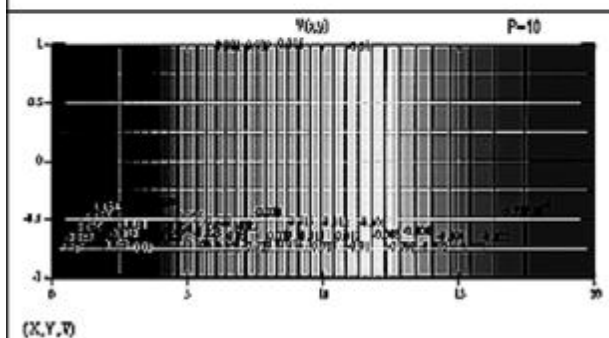


Рис. 11. Значения $v(x, y)$ по [4]

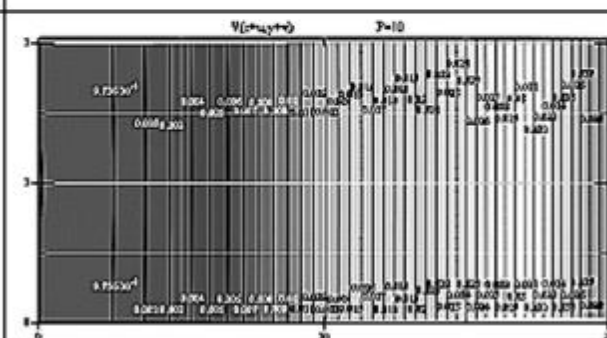


Рис. 12. Значения $v(x, y)$ по МКЗ

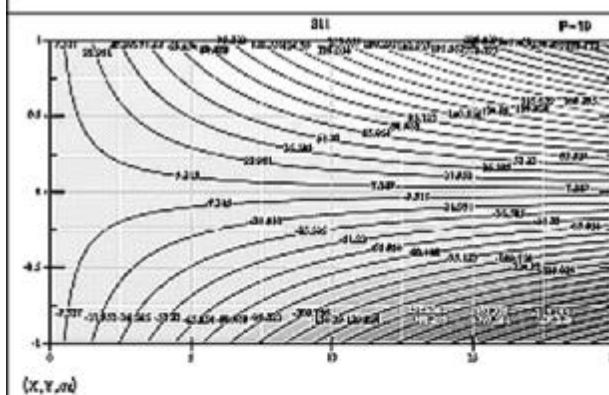


Рис. 13. Значения $\sigma_x(x, y)$ по [4]

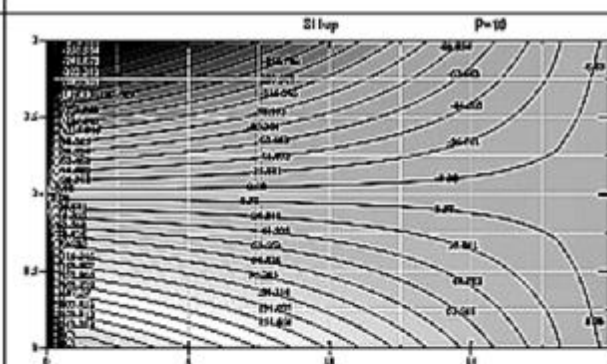


Рис. 14. Значения $\sigma_x(x, y)$ по МКЗ

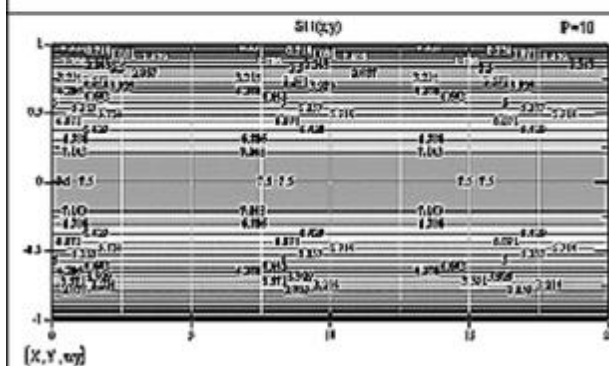


Рис. 15. Значения $\tau_{xy}(x, y)$ по [4]



Рис. 16. Значения $\tau_{xy}(x, y)$ по МКЗ



Таким образом, разработанный программный комплекс позволяет исследовать напряженно-деформированное состояние тонкостенных конструкций со сложной геометрией.

Литература

1. Якупов Н.М. Об одном методе расчета оболочек сложной геометрии // Исследования по теории оболочек. Тр. семинара. Казань: КФТИ КФАН СССР, 1984. Вып. 17. Ч. II. – С. 4-17.
2. Корнишин М.С., Якупов Н.М. Сплайновый вариант метода конечных элементов для расчета оболочек сложной геометрии // Прикладная механика, 1987. Т.23, № 3. – С. 38-44.
3. Муштари Х.М., Галимов К.З. Нелинейная теория упругих оболочек. – Казань: Таткнигоиздат, 1957. – 432 с.
4. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. Перевод с англ. – Главная редакция физико-математической литературы изд-ва “Наука”, 1975. – 576 с.



УДК 624.074

Л.А. Панченко – кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов и строительной механики

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПРОЧНОСТНЫЕ И ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СТЕКЛОФИБРОБЕТОНА

В настоящее время все более широкое применение находит стеклофибробетон – мелкозернистый бетон, армированный стекловолокнами, дисперсно распределенными по его объему.

Проведенные экспериментальные исследования [1, 2, 3] выявляют влияние вида, расположения и количества армирующих волокон на структуру и прочность стеклофибробетона.

Теоретическое выражение для прочности композита в предположении, что волокна распределены однородно и связь между волокнами и матрицей достаточно основательная, а также при допущении, что две фазы действуют независимо, имеет вид

$$S_{cu} = V_f S_{fu} + V_m S_{mu}, \quad (1)$$

где V_m и V_f – доли объема матрицы и волокон соответственно, S_{mu} и S_{fu} – пределы прочности на растяжение материала матрицы и волокна соответственно.

Практически это уравнение не применимо к цементноволокнистым композитам по следующим причинам:

1. Волокна короткие и случайно ориентированы в зависимости от процесса производства композита. Вклад волокон в какое-либо направление меньше, чем доля объема волокон.

2. Прочность волокна на растяжение относительно высока по сравнению с прочностью на растяжение цементнобетонной матрицы. Поэтому ввиду совместности деформаций растягивающие напряжения для матрицы и волокон совершенно различны. Следовательно, когда матрица растрескивается, волокна не могут достичь своего предела прочности, уменьшая таким образом свой вклад в прочность композита. Стеклые волокна в силу большей жесткости могут лучше обеспечить прочность композита по сравнению с полимерными волокнами. Деформации, необходимые для полного развития прочности, относительно малы, что в большей степени сдерживает растрескивание матрицы.

3. В большинстве случаев связь между волокнами и матрицей недостаточная, чтобы использовать полную прочность волокна. Следовательно, большая доля волокон выходит из матрицы до своего разрушения.

Выход волокон уменьшает прочность композита за счет большей податливости. Коэффициенты, отражающие связь, зависят от отношения длины волокна к диаметру (l/d) и типа волокна.

Если повреждение, обусловленное выходом волокна, возможно, его вклад обычно выражается как функция прочности связи, а не прочности волокна на растяжение. Следовательно, формулу (1) можно модифицировать как

$$S_{cu} = a V_m S_{mu} + b V_f \frac{1}{d} t, \quad (2)$$

где t – среднее напряжение связи, a , b – эмпирические константы.

Коэффициент a отражает эффект смягчения деформаций, проявляемый цементнобетонной матрицей в области нагружения после образования трещин. Постоянная b ответственна за эффект случайного распределения волокон. Эти две постоянные определяются при использовании результатов экспериментов для заданной композиции типа волокон и матрицы.

С другой стороны, существует описание принципов построения полной диаграммы «напряжение-деформация», пространства трещин, ширины трещин для длинных и коротких ориентированных волокон для упрощенного случая, когда связь между волокнами и матрицей чисто фрикционная и матрица имеет единственную величину разрушающего напряжения.

Основываясь на идеализированной диаграмме (рис. 1) для композита с хрупкой матрицей, усиленной ориентированными волокнами, можно доказать, что предельное напряжение композита S_{cu} не зависит от прочности матрицы и может быть выражено как

$$S_{cu} = S_{fu} V_f, \quad (3)$$

а при введении в (3) коэффициента эффективности длины

$$S_{cu} = \left(1 - \frac{l_c}{2l}\right) S_{fu} V_f, \quad (4)$$

где l_c – критическая длина волокна, равная

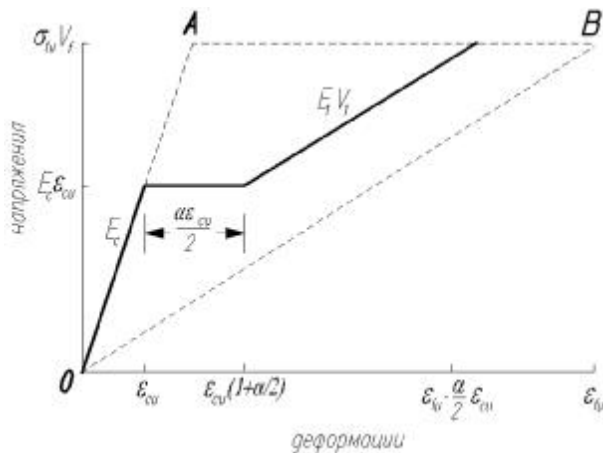


Рис. 1. Идеализированная диаграмма «напряжение-деформация» для композита с хрупкой матрицей

$$l_c = 2s f_u \frac{A}{pt}, \quad (5)$$

где t – предельное напряжение на сдвиг в контактной зоне; p и A – периметр и площадь сечения волокна.

Если предположить, что волокна выходят раньше, чем разрушаются, и учесть фактор их ориентации, соответственно получаем:

а) при выстраивании волокон в направлении действия нагрузки

$$s_{cu} = V_f \frac{l}{d} t, \quad (6)$$

б) при случайном распределении волокон в плоскости

$$s_{cu} = \frac{2}{p} V_f \frac{l}{d} t, \quad (7)$$

в) при случайном распределении волокон в пространстве

$$s_{cu} = \frac{1}{2} V_f \frac{l}{d} t. \quad (8)$$

В композитах, содержащих прерывистые волокна, на концах волокон образуется концентрация напряжений. Растягивающее напряжение, которое воспринимало бы непрерывное волокно, приходится на окружающие фибры. По теории Райме, прерывистые волокна могут внести в прочность композита самое большее 6/7 своей прочности. Для волокон со значительным числом трещин эта величина понижается до 1/2.

Необходимость особого теоретического отношения к изгибу возникает вследствие большого различия, установленного экспериментально между напряжением разрыва и пределом прочности на растяжение. Первый может быть более чем в два раза больше второго.

Главная причина отличия стекловолоконного композита состоит в том, что кривая «напряжение-деформация» после трещинообразования на растянутой стороне сильно отличается от исходной кривой. Механизм изгибного упрочнения большей частью обусловлен квазипластическим поведением волокнистых композитов на растяжение в результате вытягивания волокон или упругого удлинения их после трещинообразования в матрице.

Когда растягивающие деформации растут, образуются трещины, часть нагрузки передается через трещину посредством пересекающих ее волокон, и, следовательно, равновесие сохраняется. Обусловленные образованием этих трещин, растягивающие деформации возрастают, и расстояние нейтральной оси от растянутой поверхности увеличивается. При этом деформации растяжения возрастают в большей мере, чем деформации сжатия.

До определенной величины нагрузки композит подчиняется линейно-упругому физическому закону (рис. 2а). На рис. 2б показана эпюра напряжений, типичная для цементноволокнистого композита после образования трещин, когда при постоянной нагрузке волокна растягиваются или вытягиваются сквозь трещину по всей растянутой части сечения.

Это предположение вполне применимо к стеклоцементным композитам в раннем возрасте, когда волокна плохо связаны и растягиваются перед изломом или вытягиваются после излома при примерно постоянной нагрузке.

Приравнявая внутренние моменты, которые представлены для балки на рис. 2а и 2б, получаем

$$\frac{s_t h^2}{6} = s_{cu} \frac{13}{32} h^2; \quad s_{cu} = 0,41 s_t. \quad (9)$$

Это значит, что после образования трещин предел прочности на растяжение при больших деформациях составляет 0,41 такого же рода величины в случае, когда может иметь место изгибное упрочнение. Таким образом, если материал имеет диаграмму «напряжение-деформация» при растяжении, показанную на рис. 3а, после образования трещин не будет происходить уменьшение нагрузки (внутреннего момента).

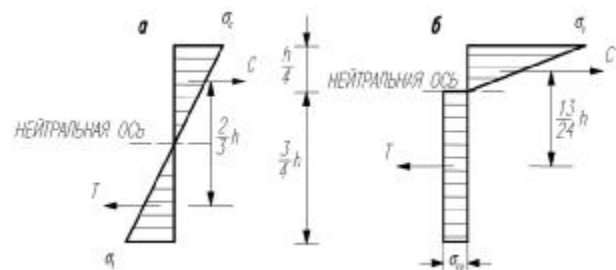


Рис 2. Эпюры напряжений при изгибе: а – упругий материал; б – материал, упругий в сжатой зоне и пластичный в растянутой зоне



Сжимающее напряжение можно вычислить, приравняв S и T (рис. 2б):

$$s_c = 6s_{cu}. \quad (10)$$

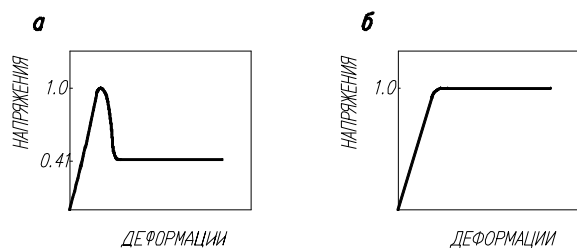


Рис 3. Диаграмма «напряжение-деформация» при растяжении:

а – без уменьшения изгибной нагрузки после образования трещин;

б – при величине нагрузки после образования трещин, в 2,44 раза превышающей нагрузку

Аналогичный подход можно использовать, чтобы показать, что предельное растягивающее напряжение (s_{cu}^*) намного больше, чем непосредственный предел прочности на растяжение. Например, если принять диаграмму «напряжение-деформация» на рис. 3б и эпюры напряжений на рис. 2а и 2б для балки, выполненной из тех же материалов и повреждающейся при той же нагрузке, то заменой S_t в уравнении (9) на S_{cu} получаем

$$s_{cu}^* = 2,44s_{cu}. \quad (11)$$

Литература

1. Юрьев А.Г., Панченко Л.А. Экспериментальные исследования деформирования стеклофибробетонных элементов конструкций// Бетон и железобетон – пути развития: Научные труды 2-ой Всероссийской (Международной) конференции по бетону и железобетону. –М.: НИИЖБ, 2005. – Т. 2. –С. 266-269.
2. Ата Эль К. Солиман, Панченко Л.А. Экспериментальное исследование процесса трещинообразования стеклофибробетонных балок/ Сб. науч. тр. регион. науч.-практ. конф. «Молодые ученые – производству». – Ст. Оскол: СТИ МИСиС, 2005. – С. 126-128.
3. Ата Эль К. Солиман. Рациональное использование стеклопластика для усиления элементов бетонных и железобетонных конструкций: Диссертация на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: 05.23.01. – Белгород, 2005. – 159 с.

УДК 624.012

О.В. Радайкин – аспирант, ассистент

Ф.Х. Ахметзянов – кандидат технических наук, доцент

Кафедра железобетонных и каменных конструкций

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

К ОЦЕНКЕ ЗОНЫ ПРЕДРАЗРУШЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРЕЩИН В ПОВРЕЖДАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЯХ

Средствами программного комплекса ANSYS моделируется квазистатический рост макро- и магистральных трещин в стеновых железобетонных панелях. Определяются параметры механики разрушения в процессе развития трещин. Дается оценка остаточной несущей способности панели в зависимости от величины повреждения. Вычисляется длина зоны предразрушения. Дается оценка остаточной несущей способности с учетом псевдопластичности бетона.

Целью работы является конечно-элементное (КЭ) исследование квазистатического распространения трещин в железобетонных стеновых панелях с использованием программной системы КЭ анализа ANSYS, определение зоны предразрушения в вершине макротрещины, а также оценка остаточной несущей способности (ОНС) повреждаемой стеновой панели [1, 2].

Моделирование строится на следующих предпосылках:

- балка-стенка, моделирующая стеновую панель, рассматривается в постановке задачи плосконапряженного состояния (ПНС): $\sigma_z = 0, \tau_{xz} = 0, \tau_{yz} = 0$;

- расчет ведется на действие однократного простого кратковременного нагружения вертикальной равномерно распределенной нагрузкой (расчет на горизонтальную, например, ветровую нагрузку не ведется, т.е. можно принять, что рассматривается внутренняя несущая стеновая панель);

- бетон панелей считается однородным (рассматриваемые макрообъемы материала превышают размеры заполнителя и других неоднородных включений) без учета влияния конструктивного армирования по контуру панелей;

- материал стеновых панелей является изначально упругим, изотропным и характеризуется двумя параметрами: модулем упругости E_b , в зависимости от класса бетона, и коэффициентом Пуассона $\nu = 0,2$;

- считаем, что бетон является квазихрупким материалом (полагая, что зона псевдопластичности в вершине трещины несоизмеримо мала в сравнении с размерами панели), поэтому применяем расчетный аппарат линейной механики хрупкого разрушения;

- процесс разрушения складывается из двух этапов:

а) зарождения сквозной макротрещины; б) её распространения.

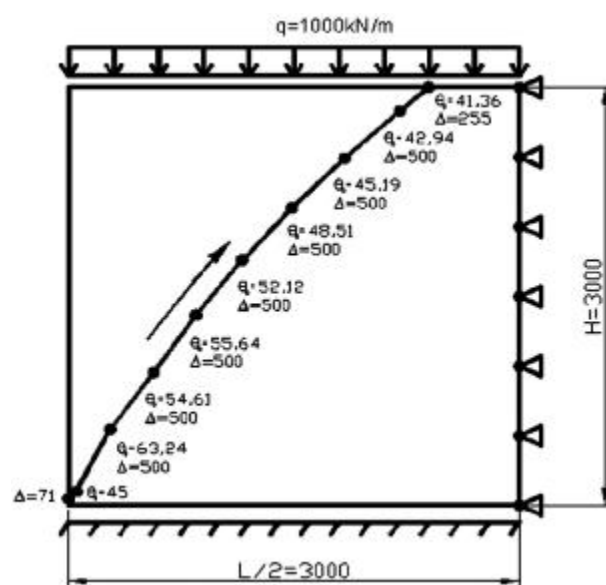


Рис. 1. Расчетная схема половины симметричной стеновой панели и модель траектории магистральной трещины (стрелкой указано направление роста трещины)

Модель траектории макротрещины (магистральной) изображена на рис. 1 и описывает на плоскости ветвь некоторой параболы.

Для определения ОНС рассматривался энергетический критерий начала безостановочного распространения трещины Гриффитса для сложного плосконапряженного состояния:

$$G = G_I + G_{II} = \frac{K_I^2}{E} + \frac{K_{II}^2}{E} \leq G_c, \quad (1)$$

где G – интенсивность высвобождения энергии упругого деформирования при сложном

напряженном состоянии; $G_I = \frac{K_I^2}{E}$, $G_{II} = \frac{K_{II}^2}{E}$ –

интенсивность высвобождения энергии соответственно при нормальном отрыве и поперечном сдвиге; $G_c = 2g$ – критическое значение



интенсивности высвобождения энергии, g – эффективная поверхностная энергия разрушения.

Таким образом, в силу линейной зависимости КИН от нагрузки получаем критическое значение граничных напряжений q :

$$q_c = \sqrt{\frac{2Eg}{k_I^2 + k_{II}^2}}, \quad (2)$$

где k_I, k_{II} – коэффициенты интенсивности напряжений при пробной нагрузке $q=1000 \text{ кН/м} = 1 \text{ МН/м}$ (при этом $K_I = q_c k_I, K_{II} = q_c k_{II}$). В формуле (2) все величины берутся при одинаковых размерностях силы – МН и длины – м.

Зависимость критической нагрузки от длины трещины, вычисленную по формуле (2), для данного класса бетона можно представить в виде графиков на рисунке 2.

Из рисунка 2 можно определить либо критическую нагрузку (в этом случае она будет соответствовать ОНС стеновой панели) при данной длине трещины и сравнить ее с заданной, либо при данном уровне нагружения определить предельно допустимую длину трещины. Эти результаты имеют практический интерес при оценке ОНС по наблюдаемым дефектам.

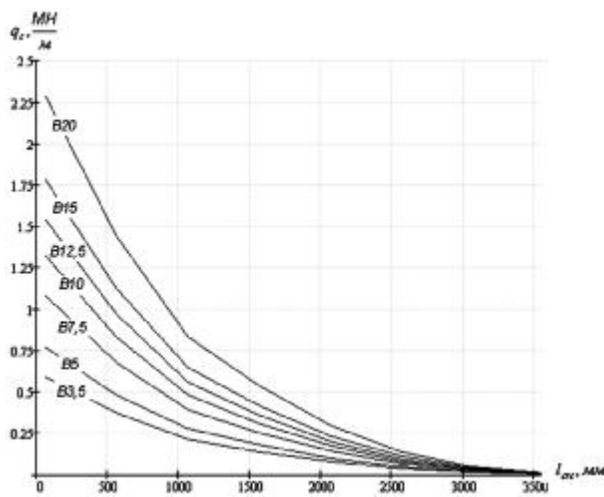


Рис. 2. Зависимость критической нагрузки q_c от длины трещины l_{crc}

Заметим, что формула (2) справедлива для идеально упругого разрушения (линейная механика разрушения). В действительности для большинства реальных материалов, в том числе и для бетона, хотя и в меньшей степени, чем для металлов, в малой области конца трещины из-за больших напряжений возникает зона проявления нелинейных свойств материала, в которой распределения напряжений и смещений отличаются от упругого.

Бетон претерпевает локальные псевдопластические деформации, связанные с процессом

микротрещинообразования в вершинах трещин. Согласно Г.П. Карзову [3] старт хрупкой трещины происходит по встречному механизму: за счет непрерывного зарождения у ее вершины микротрещин, которые, развиваясь, объединяются с макротрещиной. Но развитие хрупкого разрушения не происходит по встречному механизму, а связано с непосредственным ростом магистральной трещины (макротрещины). Такой факт дает возможность напрямую использовать концепцию механики разрушения, сводящуюся к решению уравнения, в левой части которого стоят параметры K, G , зависящие от режима нагружения конструкции, а в правой – их критические значения, характеризующие свойства материала, т.е. справедлива формула (2).

В [4] дано общее решение для распределения напряжений в вершине трещины. На продолжении траектории трещины, т.е. при $q=0$ будем иметь объемное симметричное напряженное состояние:

$$s_x = s_y = \frac{K_I}{\sqrt{2pr}} \quad (3)$$

В работе [2] определён уровень номинальных растягивающих напряжений (т.е. без учета дефектности) при появлении трещины нормального отрыва. Решение найдено из кинетического уравнения накопления повреждений для бетона с нормальным законом распределения прочности. Так, при величине коэффициента вариации $V_m \approx 0,165$ номинальные напряжения трещинообразования равны $s_0^{crc} = 0,838R_{mt} = 0,7R_{bt,ser}$ ($R_{mt}, R_{bt,ser}$ – соответственно марочная и классовая прочность бетона при растяжении).

Предположим, что условием микрорастрескивания или псевдотекучести по аналогии с металлами в вершине трещины является выражение $s_x = s_y = s_0^{crc} = 0,7R_{bt,ser}$ (условие псевдотекучести), тогда из формулы (3) можно определить размер зоны предразрушения:

$$r_c = \frac{K_I^2}{0,98p R_{bt,ser}^2} \quad (4)$$

Параметр r_c , по сути, аналогичен поправке Ирвина на пластичность для металлов. Этой поправкой можно пользоваться лишь в случае, если характерный линейный размер зоны предразрушения менее чем на 20% превышает длину трещины. В противном случае определение КИН-ов теряет смысл.

Получаем, что для учета псевдопластичности при определении КИН-ов необходимо длину трещины l_{crc} заменить на $l_{crc} + r_c$.



В продолжение результатов работ [1,2] нами было установлено, что учет поправки на псевдопластичность актуален в стеновых панелях для трещин длиной не более чем $0,56 l_{crc}^{\max}$ (от длины магистральной трещины)

для класса бетона В3,5 и $0,86 l_{crc}^{\max}$ для В20. При дальнейшем развитии макротрещины характерный размер зоны предразрушения становится больше длины трещины более чем на 20%. Этому моменту соответствует значение $r_c = 97,2 \text{ мм}$ для класса бетона В3,5 и $r_c = 44,2 \text{ мм}$ для класса бетона В20. В работах С. Ша, Лота, Кеслера [5] опытным путем установлена длина зоны предразрушения $r_c = 75 \text{ мм}$, что примерно совпадает с вышеуказанными значениями величины r_c .

Кроме того, установлено, что размер зоны предразрушения уменьшается с ростом прочности бетона при фиксированной длине трещины (рис. 3).

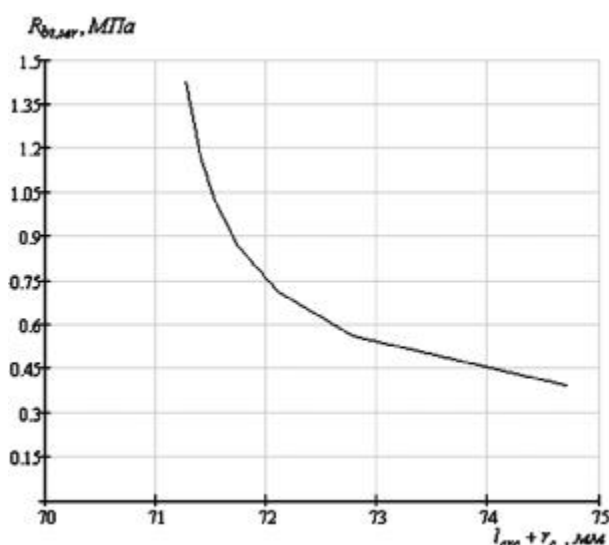


Рис. 3. Зависимость длины условной трещины $l_{crc} + r_c$ в стеновой панели от прочности бетона на растяжение (при фиксированной длине фактической трещины $l_{crc} = 71 \text{ мм}$)

Построены графики зависимости для определения критической нагрузки в зависимости от длины условной трещины. Кривые сходны с графиками на рисунке 2. Качественная картина не меняется.

Из таких графиков установлено, что начальная несущая способность в бездефектной панели осталась прежней, что и очевидно. А сами кривые стали более пологими, т.е. кривизна уменьшилась, что говорит о меньшей степени зависимости остаточной несущей способности панели от величины дефекта (длины трещины). Другими словами, можно говорить о том, что наличие зоны предразрушения проявляется в снижении сингулярности напряжений в вершине трещины.

Литература

1. Радайкин О.В. К оценке остаточной несущей способности стеновых железобетонных стеновых панелей методами механики разрушения // Материалы 58-ой республ. науч. конф. – Казань, 2006.
2. Радайкин О.В. Оценка остаточной несущей способности повреждаемых бетонных и железобетонных стеновых панелей: Дис. магист. техн. и технолог. Науч. рук. Ф.Х. Ахметзянов. – Казань, 2006. – 118 с.
3. Карзов Г.П., Марголин Б.З., Швецова В.А. Физико-механическое моделирование процессов разрушения. – СПб.: Политехника, 1993. – 391 с.
4. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т.2. – М.: Наука, 1970. – 586 с.
5. Зайцев Ю.В. Механика разрушения для строителей. – М.: Высшая школа, 1991. – 288 с.



УДК 69.057.12: 666.973.6

Н.А. Смоляго – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры сопротивления материалов и строительной механики

К.А. Таранцов – студент

Е.Г. Смоляго – студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЧЕЙСТЫХ БЕТОНОВ

Будущее массового малоэтажного строительства связано с использованием гибких строительных систем, к которым безусловно можно отнести как каркасные, так и бескаркасные конструктивные системы, выполненные с использованием эффективных строительных материалов, конструкций и технологий. В условиях, когда обеспечение граждан России доступным и комфортным жильём стало приоритетным национальным проектом, необходимо принципиально изменить подход к индивидуальному жилищному строительству, создать технологию, доступную большинству россиян с обеспечением необходимого уровня потребительских требований, а именно: капитальности, долговечности, экологичности и комфортности проживания.

Одной из проблем малоэтажного строительства является применение не апробированных в условиях российского климата и не отвечающих современным требованиям теплоизоляционных материалов. При использовании слоистых стен, вследствие изменения свойств утеплителей в процессе эксплуатации в зависимости от различных факторов, становится неизбежным снижение как теплозащитных свойств, так и долговечности наружных стен, что практически не учитывается при проектировании. Следует также отметить, что долговечность большинства утеплителей существенно меньше, чем каменной кладки или железобетона. Опыт эксплуатации ряда полимерных и волокнистых теплоизоляционных материалов показал, что через 20-30 лет потребуются дополнительное утепление наружных стен или полная замена используемого утеплителя.

Наряду с этим, для индивидуального жилищного строительства в целом ряде случаев, как на стадии проектирования, так и строительства, можно отметить недостаточную конструктивную безопасность и надёжность возводимых домов. Использование ячеистого бетона в ограждающих конструкциях позволяет повысить их долговечность по сравнению со слоистыми стенами.

Концепция создания современного здания с эффективным использованием энергии является достаточно актуальной в настоящее время. При проектировании жилых домов экономический фактор

должен быть определяющим по сравнению с другими. Существенное снижение стоимости строительства, обеспечение необходимой конструктивной безопасности, долговечности, уменьшение материалоемкости и энергоёмкости может быть достигнуто применением оптимальных конструктивных решений.

Снижение энергозатрат при эксплуатации здания возможно лишь при условии применения ограждающих конструкций на основе эффективных теплоизоляционных материалов, к которым, безусловно, относятся ячеистые бетоны. Использование ячеистых бетонов в составе ограждающих конструкций позволяет повысить их долговечность, экологичность по сравнению с различными многослойными стенами.

Существенно важным при использовании ячеистых бетонов является возможность значительного повышения теплоизоляционных свойств наружных стен и уменьшения их массы, что приводит к снижению нагрузок на фундаменты, а, следовательно, к сокращению расхода бетона на него и уменьшению стоимости. Принимая во внимание как положительные, так и отрицательные свойства ячеистых бетонов, опыт

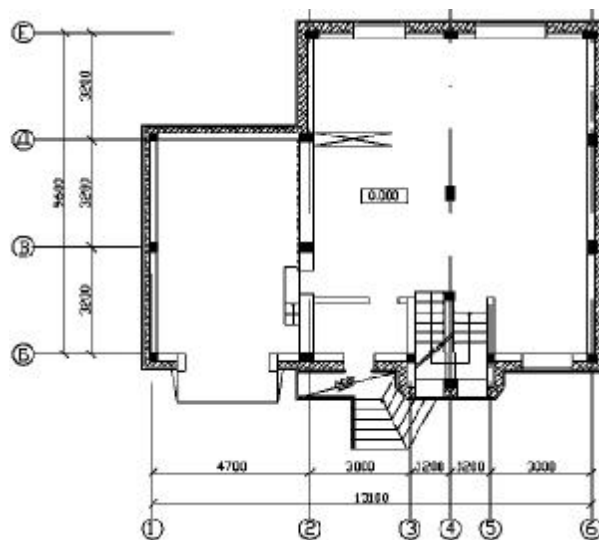


Рис. 1. Кладочный план 1-го этажа



эксплуатации конструкций, изготовленных из них, предопределяется их эффективное использование в качестве несущих и самонесущих стен зданий, несущих стен в малоэтажном строительстве, а также в отдельных элементах и конструкциях.

Разработанные конструктивные решения с использованием сборного и монолитного конструкционного и теплоизоляционного пенобетона во многих элементах и конструкциях от фундамента до кровли с минимизацией его недостатков, а именно: высокой деформативности и хрупкости, низкой трещиностойкости, нашли применение в различных проектах индивидуальных жилых домов, выполненных специалистами кафедры ПГС БГТУ им. В.Г. Шухова.

В предложенной конструктивной системе (рис. 1) пространственная жёсткость здания обеспечивается совместной работой несущих стен, панелей междуэтажных перекрытий и армокирпичных поясов в уровне низа перекрытия над 1-м и 2-м этажами.

Наружные стены запроектированы трёхслойными (рис. 2) с расположением теплоизоляционного слоя из пенобетонных блоков плотностью 300 кг/м^3 в толще стены с защитой его облицовочным слоем кирпича или речного материала. Внутренний, несущий слой стены – из пенобетонных блоков плотностью 600 кг/м^3 . Для увеличения несущей способности стен по периметру здания в кладку из блоков встроены столбы из силикатного кирпича М100, расположенные с шагом, кратным 300 мм, пролётом от 4,2 м до 5,4 м. Выполненные расчёты показали, что для обеспечения необходимой несущей способности стен вполне достаточны размеры сечений столбов, соответственно $380 \times 250 \text{ мм}$ для первого этажа и $250 \times 250 \text{ мм}$ – для второго. Армирование столбов выполнено сетками из проволоки $\varnothing 4 \text{ В500}$ с ячейками $50 \times 50 \text{ мм}$ через 4 ряда кладки по высоте. Для связи кладки столбов и внутреннего слоя стены сетки заводятся в кладку из блоков на 1 м в каждую сторону. Фиксация теплоизоляционного и облицовочного слоя к несущему обеспечивается арматурными сетками или стеклопластиковыми связями.

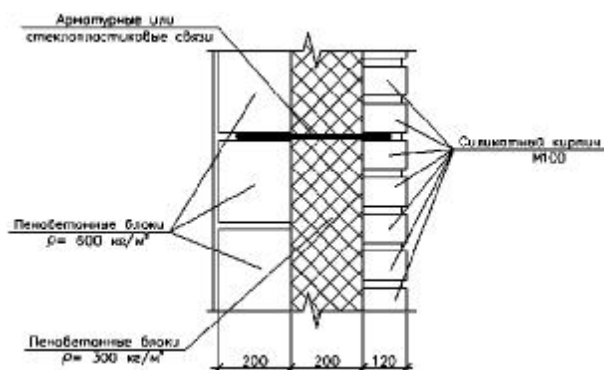


Рис. 2. Конструкция наружных стен

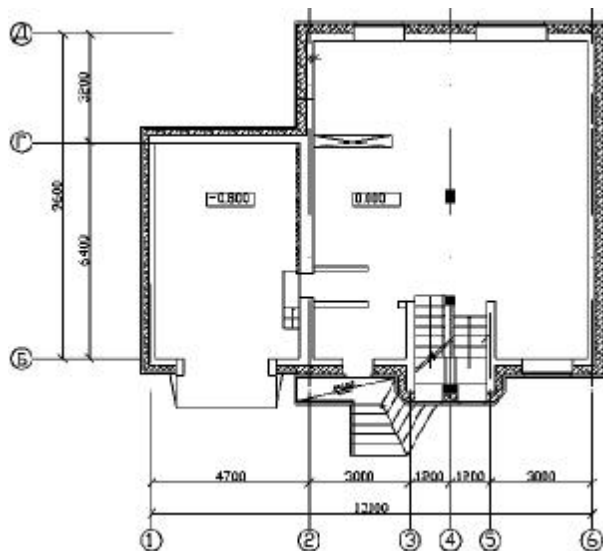


Рис. 3. Кладочный план 1-го этажа

В предложенной бескаркасной конструктивной системе (рис. 3) предусмотрены трёхслойные стены с облицовкой кирпичом, речным материалом или несъёмной плотной опалубкой, теплоизоляционным слоем из монолитного пенобетона плотностью $250\text{--}300 \text{ кг/м}^3$ и внутренним несущим слоем из мелкоштучных камней (керамзитобетонных блоков, кирпича, стеновых камней СКЦ), толщиной $120\text{--}200 \text{ мм}$. В качестве связей используют как стеклопластиковую, так и стальную арматуру.

Конструкция перекрытия решена в следующих вариантах: железобетонное сборное, монолитное, сборно-монолитное, деревянное. Для снижения стоимости в качестве чердачного перекрытия рекомендуется использовать деревянное перекрытие. Монолитное железобетонное перекрытие предусмотрено как из тяжёлого бетона, так и из пенобетона, армированного жёсткой и гибкой арматурой. При бетонировании монолитного перекрытия в качестве опалубки используют простую плоскую опалубку, опирающуюся на инвентарные стойки. Использование такой опалубки и подача бетона автобетоносмесителем на необходимое расстояние по длине и высоте приводит к существенному снижению его стоимости по сравнению со сборным железобетонным перекрытием.

Вариант сборно-монолитного перекрытия включает сборные железобетонные предварительно напряжённые плиты толщиной $40\text{--}50 \text{ мм}$. Поверх плит располагают арматурную сетку с последующим замоноличиванием тяжёлым бетоном класса В15 или пенобетоном класса В10 – В12,5 до проектной толщины $100\text{--}120 \text{ мм}$. Использование сборно-монолитного перекрытия обеспечивает существенное повышение жёсткости и надёжности здания, способствует значительному снижению металлоёмкости перекрытий, приводит к уменьшению трудоёмкости,



сокращению сроков строительства, возможности применения техники меньшей грузоподъемности по сравнению с монолитным.

Особенностью конструктивного решения предложенного деревянного перекрытия является то, что оно состоит из двух взаимно не связанных друг с другом частей:

- потолка из листового материала, подшитого к ригелям;

- пола из дощатого настила, опирающегося на деревянные балки.

Отличительной особенностью данного перекрытия является его небольшой вес, возможность размещения во внутреннем пространстве тепло- и звукоизоляционных материалов, нераспространение деформаций пола на конструкцию потолка.

После возведения «коробки» предусмотрена заливка теплоизоляционным пенобетоном плотностью 250-300 кг/м³, с верхним слоем из теплоизоляционного пенобетона плотностью 600-800 кг/м³ грунта основания подвала, межэтажного и чердачного перекрытий, что приводит к резкому снижению трудоёмкости и продолжительности этих работ, повышению производительности и сокращению сроков строительства.

Фундаменты жилого дома с подвалом предусмотрены ленточными из монолитного или сборного железобетона, а без подвала – из буронабивных свай с монолитным ростверком, что приводит к сокращению расхода бетона в 2-3 раза по сравнению с ленточными.

Предложенные конструктивные решения индивидуальных жилых домов позволили существенно уменьшить стоимость его возведения. Разработанные объёмно-планировочные и конструктивные решения могут быть использованы как индивидуальными, так и корпоративными застройщиками.

Литература

1. РААСН. Концепция проектирования и строительства жилых домов нового поколения // Новые материалы, конструкции, оборудование и технологии в строительном комплексе Москвы / ТИ КАСРРГ. 01.02.2000.
2. Городецкий А.С., Шмуклер В.С., Бондарев А.В. Информационные технологии расчёта и проектирования строительных конструкций. Учебное пособие. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003.



УДК 539.3

Н.М. Якупов – доктор технических наук, профессор кафедры строительной механики, заведующий лабораторией ИММ КазНЦ РАН

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ЛЕОНАРД ЭЙЛЕР – ОДИН ИЗ ОСНОВАТЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ К 300-летию со дня рождения

Этапы рождения и развития строительной механики. Вся деятельность человека, начиная с глубокой древности и до настоящего времени, тесно связана со строительством. Каждая эпоха оставляла после себя богатейшее наследие мыслей и творений. Семь грандиозных сооружений, построенные еще до нашей эры, получили название “семи чудес света”. Многие уникальные сооружения архитектуры и строительства, построенные после “семи чудес”, по праву называют “восьмым чудом света”. Было построено много различных сооружений, хотя не все они сохранились. В строительном деле человечество прошло большой путь. Это путь от незатейливых каменных дольменов бронзовой эпохи до изящных тонкостенных покрытий, имеющих сказочные формы; от примитивных глиняных домов до стоэтажных жилых комплексов, шагнувших за облака; от каменных менгиров до ажурных телебашен, покоривших пятисотметровую высоту. Изобретались новые формы и конструктивные элементы, появлялись новые строительные материалы. Сочетание различных конструктивных форм и материалов позволяло создать величественные и гармоничные строительные конструкции.

Магистральная диалектика развития при этом: от массивных конструкций к тонкостенным, от простой геометрии к сложным криволинейным формам. В подтверждение этих слов можно привести слова известного американского специалиста Б. Фуллера: **“Если вы хотите установить степень совершенства конструкции здания, взвесьте его”**, а также известного испанского архитектора Эдуардо Торроха: **“Лучшим сооружением является то, надежность которого обеспечивается главным образом за счет его формы, а не за счет прочности его материала ...”**.

Фрагменты из истории рождения строительных конструкций и краткая информация об ученых и инженерах, заложивших основы строительной науки, представлены, в частности, в книгах [1-3].

Рождение и развитие строительной науки условно можно разделить на четыре этапа:

- Начальный этап – этап зарождения азов (от бронзовой эпохи до времен Древнего Рима).
- Второй этап - эпоха от Древнего Рима до эпохи Возрождения.
- Эпоха рождения и становления современной

строительной науки (понятия о концентраторах, рождение строительной механики, эпоха железобетона и металла).

- Новая эпоха строительной науки – компьютеризация всех процессов в строительном деле, разработка новых композиционных материалов, рождение бионики, новая строительная техника и технология.

История сохранила лишь немногочисленные имена ученых и специалистов начального этапа: Пифагор Самосский (ок. 580 - ок. 500 до н.э.), Архимед (ок. 287 - 212 до н.э.), Витрувий (2-я половина 1 века до н.э.).

Имеется очень скудная информация об ученых и специалистах второго этапа. Архитектурные шедевры этого периода, несомненно, говорят о высоком уровне развития науки, в том числе математики, механики, материаловедения.

Ученые третьего этапа развития (до Эйлера).

Имена ученых и специалистов третьего этапа - этапа становления строительной науки - известны в большей степени. Этап открывают: Альберти (1404-1472), Леонардо да Винчи (1452-1519), Микеланджело (1475-1564), Рафаэль Санти (1483-1520), Галилео Галилей (1564-1642), Паскаль Блез (1623-1662), Эдм Мариотт (1620-1684), Гук Роберт (1635 – 1703), Яков Бернулли (1654-1705).

С опытов Леонардо да Винчи начался экспериментальный период в развитии строительной механики. Он испытывал, в частности, на изгиб балки на двух опорах, консольные балки, колонны.

Галилео Галилей заложил основы современной механики. Он поставил знаменитые опыты с падающими телами. В трактате по механике (1594 г.) разнообразные задачи статики решались с использованием принципа виртуальных перемещений. В те же годы он заинтересовался сопротивлением материалов. Галилей дает полное решение задачи о консоли равного сопротивления, поперечное сечение которой - прямоугольник. Он замечает, что прочность при изгибе трубы будет превышать соответствующую прочность сплошного цилиндра во столько же раз, во сколько раз диаметр трубы больше диаметра сплошного цилиндра.

Паскаль Блез внес основополагающий вклад в становление гидростатики: установил закон распределения давления в жидкостях (закон Паскаля),



принцип действия гидравлического пресса; указал на общность законов равновесия жидкостей и газов.

Эдм Мариотт провел экспериментальные исследования по растяжению и изгибу деревянных и стеклянных балок. Он пришёл к выводу, что теория Галилея дает преувеличенные значения для разрушающей нагрузки, и поэтому построил свою теорию изгиба, в которой приняты во внимание упругие свойства материала. Мариотт определил характер распределения усилий в сечении балки при изгибе. На основе серии испытаний он определил сопротивление разрыву труб, находящихся под действием внутреннего гидростатического давления.

Гук Роберт, исследуя прогибы консоли, рассмотрел деформации ее продольных волокон и пришёл к весьма важному заключению, что на выпуклой поверхности волокна при изгибе растягиваются, а на вогнутой - сжимаются. Он впервые сформулировал линейный закон между внешней нагрузкой, действующей на тело, и деформациями. Этот закон и в настоящее время называется законом Гука.

Качественный переход в изучении строительной механики. К началу 18 века созрели условия для качественного перехода от только экспериментального изучения к комплексному изучению проблем строительной механики. Яков Бернулли, профессор Базельского университета, впервые поставил вопрос о форме кривой изгиба упругого стержня (упругой линии), тем самым, в отличие от Галилея и Мариотта, он исследовал не прочность балок, а решил задачу о вычислении прогиба балки и упругой линии. В дальнейшем в развитие основ строительной механики большой вклад сделал Леонард ЭЙЛЕР.

ЭЙЛЕР Леонард (1707 - 1783) родился 15 апреля 1707 года неподалеку от Базеля. Его отец был пастором в близлежащей деревне Рихен. Отметим некоторые даты, связанные с ним:

- В 1720 году поступил в Базельский университет, который окончил в 1724 году. В то время Базельский университет был крупным центром в области математики. Лекции Иоганна Бернулли привлекали сюда математиков со всех концов Европы.

- В возрасте 16 лет (в 1723 году) получил степень магистра.

- В 1726 году принял участие в международном конкурсе на премию, предложенную Французской Академией наук, и издал свою первую научную работу.

- В 1726 году приглашен в Петербургскую АН.

- В мае 1727 года прибыл в Петербург.

- С 1731 года - профессор физики и теоретической механики.

- В 1731-1741 гг. - профессор математики.

- В 1741 году переехал в Берлин, где прожил 25 лет.

- С 1744 года - директор Математического класса Берлинской АН.

- В 1766 году возвратился в Петербург. Вскоре почти полностью потерял зрение.

Научные интересы Эйлера относились ко всем основным областям естествознания, где можно было применить математические методы. Он подготовил к печати и опубликовал труды по:

- вариационному исчислению;
- интегрированию обыкновенных дифференциальных уравнений;
- степенным рядам;
- специальным функциям;
- дифференциальной геометрии;
- теории чисел;
- гидродинамике;
- небесной механике;
- теории теплоты;
- оптике и по некоторым прикладным вопросам.

В 1736 году вышел в свет его трактат по механике "Mechanica sive motus scientia analytice exposita", 2 тома (С.-Петербург), в котором он впервые привел вывод дифференциальных уравнений движения частицы, ввел понятие силы инерции, показал, каким образом путем интегрирования этих уравнений может быть выяснено движение тела. Лагранж в своей «Mecanique analytique» (1788) отметил, что книга Эйлера была первым трактатом по механике, в котором исчисление бесконечно малых было применено к науке о движении тела.

В 1744 году опубликован "Methodus inveniendi lineas curvas ..." (Метод нахождения кривых линий...) - первая книга по вариационному исчислению, в которой содержалось первое систематическое изложение теории упругих кривых и результаты по сопротивлению материалов.

В 1748 году Эйлер написал капитальный труд "Введение в исчисление бесконечно малых", а также опубликовал написанную по заказу Петербургской АН монографию "Морская наука", в которой заложены основы теории гидравлических реактивных турбин и предложен проект такой турбины.

В 1753 году он написал фундаментальную работу «Общие принципы состояния равновесия жидкостей» (L.Euler. Principes généraux de l'état d'équilibre des fluides.- «Mémoires Acad. sc. Berlin», 1755. - Opera Omnia, ser. II, v. XII.). В ее первых параграфах Эйлер окончательно освободился от корпускулярной традиции и высказал убеждение в том, что принципы механики нужно применять непосредственно к реальным телам, исходя из непрерывного распределения в них вещества. В этой континуальной модели корпскула лишь математическая точка - носитель трех координат, и только.

В 1755 году Эйлер написал книгу "Дифференциальное исчисление" в 2-х томах, а в 1768-1770 годах - книги "Интегральное исчисление" в 3-х томах, ввел двойные интегралы.

Вклад Эйлера в строительную механику. Эйлера интересовала прежде всего геометрическая формула упругих линий изгиба. Он исследовал форму кривых,

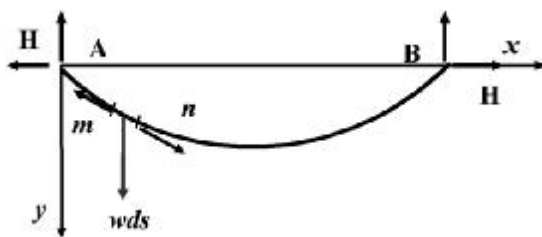


которые принимает тонкий гибкий упругий стержень при различных условиях его загрузки (Материалы изложены в его книге «Methodus inveniendi lineas curvas ...»).

Эйлер подошёл к задаче с точки зрения вариационного исчисления, которое он разрабатывал в своей книге. Вводя этот метод (1744 г.), Эйлер заметил: *«Так как здание всего мира совершенно и возведено премудрым творцом, то в мире не происходит ничего, в чем не был бы виден смысл какого-нибудь максимума или минимума; поэтому нет никакого сомнения, что все явления мира с таким же успехом можно определить из причин конечных при помощи метода максимумов и минимумов, как и из самих причин производящих... Но прежде всего надо прилагать усилия, чтобы открыть доступ к решению обоими путями; ибо тогда не только одно решение наилучшим образом подтверждается другим, но от согласия обоих мы получаем высшее наслаждение»*. (Серия «Классики естествознания»: Приложение 1 «Об упругих кривых», стр. 447-572, под ред. чл.корр. АН СССР Н.С. Кошлякова, ГТТИ, М. – Л., 1934).

Итак, Эйлер отметил два пути для познания явлений природы: один – через производящие причины, который обычно называют прямым методом, другой – через конечные причины, и математик с равным успехом пользуется обоими...

Для пояснения применения этих двух методов Эйлер рассматривает задачу о цепной линии. Для цепи, подвешенной в двух точках А и В, можно получить кривую ее равновесия, используя прямой метод. Рассматривая силы, действующие на бесконечно малый элемент $m-n$, составляются уравнения равновесия этих сил. Из этих уравнений выводится требуемое дифференциальное уравнение цепной линии.



Но той же цели мы можем достигнуть и «методом конечных причин», подходя к задаче из соображений о потенциальной энергии сил тяжести. Из всех геометрически возможных кривых провеса искомая должна быть такой, для которой эта потенциальная энергия примет наименьшее значение, или кривой равновесия будет та, для которой центр тяжести цепи займет самое низкое положение. Задача сводится к отысканию экстремума интеграла

$$\int_0^s W y ds,$$

в котором s – заданная длина кривой, W – вес единицы длины цепи. Используя правила вариационного исчисления, получаются те же дифференциальные уравнения, что и при первом подходе.

Переходя к случаю упругого стержня, Эйлер отметил, что «прямой метод» вывода уравнения упругой кривой был выполнен Яковом Бернулли.

Пользуясь своим вариационным исчислением, Эйлер получил дифференциальное уравнение Якова Бернулли для упругой линии

$$C = \frac{y''}{(1 + y'^2)^{3/2}} = P x.$$

Эйлер исследовал разные случаи изгиба, классифицировал упругие линии по величине угла, образуемого направлением силы P с касательной к упругой линии в точке приложения нагрузки. Он показал, что нагрузка, при которой начинается выпучивание (потеря устойчивости) колонны, определяется уравнением

$$P = \frac{C p^2}{4l^2}.$$

Таким образом, Эйлер вывел формулу продольного изгиба колонн, которая и в наше время находит широкое применение в расчетах упругой устойчивости элементов сооружений.

Эйлер уделит внимание проблеме поперечных колебаний стержней. Рассматривая малые перемещения, он обосновал возможность принятия в качестве кривизны изогнутой оси балки значения второй производной и записал уравнение изогнутой оси в том самом виде, в каком оно применяется в настоящее время. Эйлер сделал вывод, что пластинка во время колебания подвергнется такому же изгибу, какой она приняла бы, будучи неподвижной, если бы в отдельных ее точках m на нее действовали силы $W y dx/l$ в направлении оси y .

Эйлер исследовал также и поперечные колебания стержней: 1) со свободно опертыми концами, 2) с жестко заделанными концами и 3) стержней, оба конца которых совершенно свободны. Для всех этих случаев он определил формулу частот f вида

$$f = m \sqrt{\frac{p^4 C g}{w l^4}},$$

здесь m – численный коэффициент, зависящий от условий на концах стержня и от формы колебания. Эйлер отметил, что уравнением можно пользоваться не только для экспериментальной проверки его теории, но и в качестве практического средства определения «абсолютной упругости» C пластинки.

Эйлер исследовал также провисание и колебание идеально гибкой мембраны. Рассмотрев мембрану как сетку из двух систем взаимно-перпендикулярных волокон, он вывел дифференциальное уравнение в



частных производных

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = a^2 \frac{d^2 z}{dx^2} + b^2 \frac{d^2 z}{dy^2}.$$

Список трудов Эйлера содержит около 850 названий, в их числе ряд многотомных монографий. Из них при его жизни было опубликовано около 550. Все эти книги послужили руководством для математиков на многие годы, и можно утверждать, что все знаменитые математики, жившие в конце XVIII и начале XIX века, были учениками Эйлера. Кондорсе в своей хвалебной речи («*Letters de L.Euler a une princesse d'Allemagne*», Paris, 1842) заявил: «Все живущие ныне знаменитые математики являются его учениками: нет ни одного, который не сформировался бы в чтении его сочинений . . .».

С 1909 года и до настоящего времени в Швейцарии издается Полное собрание его сочинений, рассчитанное на 72 тома.

Леонард Эйлер был иностранным почетным членом Петербургской АН, членом Парижской и Берлинской АН, членом Лондонского королевского общества и многих других академий наук и научных обществ.

Литература

1. Тимошенко С.П. История науки о сопротивлении материалов с краткими сведениями из истории теории упругости и теории сооружений. – ГИТТЛ, 1957.
2. Якупов Н.М., Галимов Ш.К., Хисматуллин Н.И. От каменных глыб к тонкостенным конструкциям. – Казань: Изд-во SOS, 2001. – 96 с.
3. Якупов Н.М. Строительные конструкции: этапы и перспективы развития. Учебное пособие. / Под ред. проф. Сучкова В.Н. – Казань: КГАСУ, ИММ КазНЦ РАН, 2006. – 154 с.

УДК 539.3: 624.014

Н.М. Якупов – доктор технических наук, профессор кафедры строительной механики, заведующий лабораторией ИММ КазНЦ РАН

А.Р. Нургалиев – младший научный сотрудник

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Институт механики и машиностроения КазНЦ РАН

О ВЛИЯНИИ ДЕФЕКТОВ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕМБРАН, РАБОТАЮЩИХ В АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ

Знание закономерностей коррозионного износа помогает при проектировании конструкций, а также при подборе защитных покрытий. На поверхности металла, находящегося в агрессивной среде, образуется тонкая пленка – природная защитная пленка. Для исследования данного явления была создана экспериментальная установка ДМК-1 и разработан экспериментально-теоретический подход. Приведены результаты одной серии экспериментов.

Защита от коррозионного разрушения элементов конструкций и сооружений, работающих при интенсивных механических воздействиях, является одной из важнейших задач современности. Определение закономерностей коррозионного износа позволяет проводить осмысленное проектирование конструкций и сооружений, правильно их эксплуатировать, а также разрабатывать способы защиты конструкций от коррозионного износа, в том числе правильно подбирать защитные покрытия. Все это позволяет предотвращать техногенные катастрофы

и решать экологические проблемы, а также дает возможность значительно снижать потери от коррозионного износа.

Согласно электрохимической теории коррозионного износа, характерная поляризационная кривая, характеризующая зависимость скорости i анодного растворения от величины анодного потенциала j , имеет вид сплошной линии, приведенной на рис.1.

В начальный период на поверхности металла, находящегося в агрессивной среде, образуется тонкая пленка – природная защитная пленка. Эту пленку обычно называют пассивирующим слоем [1-3]. Пассивирующий слой до достижения определенного потенциала j_{III} является изолирующим слоем, предотвращающим развитие коррозионного процесса. При достижении определенного потенциала $j = j_{III}$ (рис. 1) пассивирующий слой разрушается и начинается бурное коррозионное разрушение.

В элементах металлических конструкций, которые воспринимают различные нагрузки, возникают

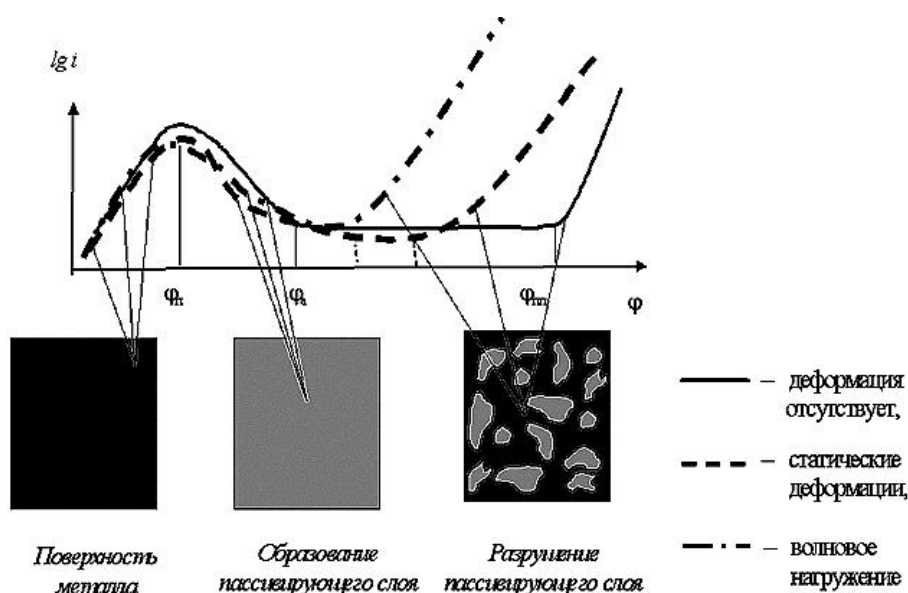


Рис. 1. Зависимость скорости анодного растворения металла i от потенциала j

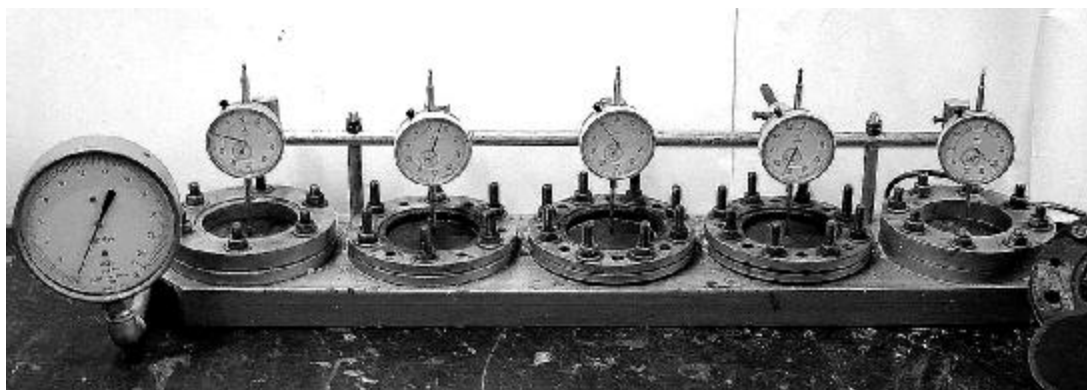


Рис. 2. Экспериментальная установка ДМК-1

деформации. При этом состояние пассивирующего слоя становится еще более нестабильным, он разрушается при меньших значениях потенциала $j_{\text{пл}}$ [1-3].

Особо значительный вклад вносит в этот разрушительный процесс волновое воздействие, постоянно разбивая природную защитную пленку на отдельные островки (рис. 1). В результате этого вновь начинается активный коррозионный процесс. Наибольшую опасность для конструкций представляют случаи, когда одновременно имеет место два и более источника разрушения: концентраторы напряжений + коррозия; волновые явления + коррозия, концентрация напряжений + волновые явления + коррозия.

Для более детального исследования этих явлений разработан эффективный экспериментально-теоретический подход исследования металлических мембран, подвергаемых коррозионному износу под воздействием нагрузки [2-4].

Для исследования процесса коррозионного износа под нагрузкой создана экспериментальная установка ДМК-1 [2-5]. Установка ДМК-1 (рис. 2) позволяет производить замеры прогибов испытываемых образцов круглой формы, закрепленных по контуру, находящихся в коррозионной среде и подвергаемых воздействию

равномерным давлением воздуха. Также установка позволяет наблюдать за процессом деформирования мембраны. Установка ДМК-1 внедрена в научно-исследовательскую практику в ИММ КазНЦ РАН.

На этапе обработки экспериментальных результатов используются, в частности, соотношения для гибких упругих мембран и гибких мембран при пластических деформациях.

Некоторые полученные результаты с использованием экспериментально-теоретического подхода были применены для анализа состояния конструкции крупногабаритной градирни СК-1200 и учтены в практических разработках [6-13].

Проведены исследования влияния поверхностных дефектов на механические характеристики мембран, подверженных механическому воздействию и находящихся в коррозионной среде. В частности, рассмотрены образцы с дефектами в виде царапин (рис. 3) и вмятин (рис. 4).

Были подготовлены образцы из листового железа марки Сталь 3, толщиной материала 0,5 мм и диаметром 115 мм (диаметр рабочей части $D_{\text{раб}} = 105$ мм). Рассмотрены пять образцов: один образец бездефектный; два образца, имеющие дефекты

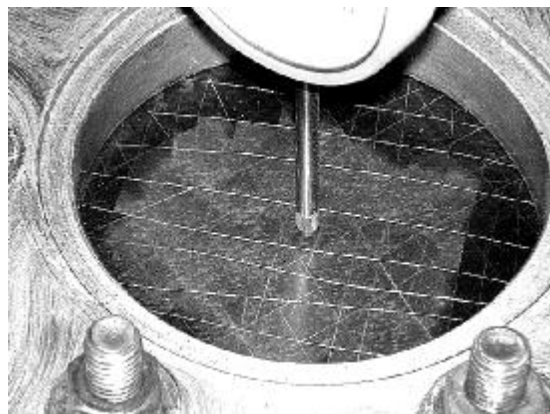


Рис. 3. Образец с дефектами в виде царапин

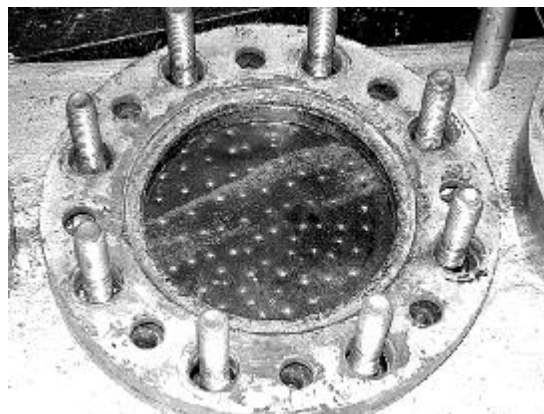


Рис. 4. Образец с дефектами в виде вмятин



в виде царапин; два образца, имеющие дефекты в виде вмятин. Царапины были нанесены в виде сетки острым предметом (гвоздем) с частотой 10-12 мм и глубиной около 0,01 мм. Вмятины были нанесены с частотой одна вмятина на 1 см² острым предметом (гвоздем) диаметром около 1,2 мм на глубину 1 мм. Образцы были закреплены с использованием резиновых прокладок на соответствующих гнездах экспериментальной установки. Полость, образованная верхними поверхностями образцов №№ 2-3 и соответствующими зажимными кольцами, была залита агрессивной средой до такого уровня, чтобы верхние поверхности образцов всегда находились под агрессивной средой. В качестве агрессивной среды использовалась 10% известь хлорная.

Все образцы были подвержены одностороннему нагружению давлением сжатого воздуха, подаваемого от компрессора на нижние поверхности образцов, то есть все образцы испытывались под одинаковым давлением. Подаваемое давление поддерживалось около 0,3 МПа (вследствие невозможности обеспечения полной герметизации давление несколько падало, поэтому проводилась регулярная подпитка до 0,3 МПа). Общая продолжительность эксперимента составила 1536 часов (начало 6 марта 2006 года). В течение эксперимента снимались показания высоты подъема купола образцов. Толщина образцов, подверженных коррозионному износу, в конце эксперимента составила 0,45 мм.

Построены графики изменения прогиба от времени, которые приведены на рис.5. Проведен анализ результатов. Минимальные прогибы более чем в 5-6 раз превышают исходные толщины образцов. То есть имеют место большие прогибы – геометрически нелинейный случай. Следует отметить также, что при снятии нагрузки прогибы существенно не изменились, что говорит о необратимых пластических деформациях. В связи с этим для обработки экспериментальных данных применялись физически нелинейные соотношения.

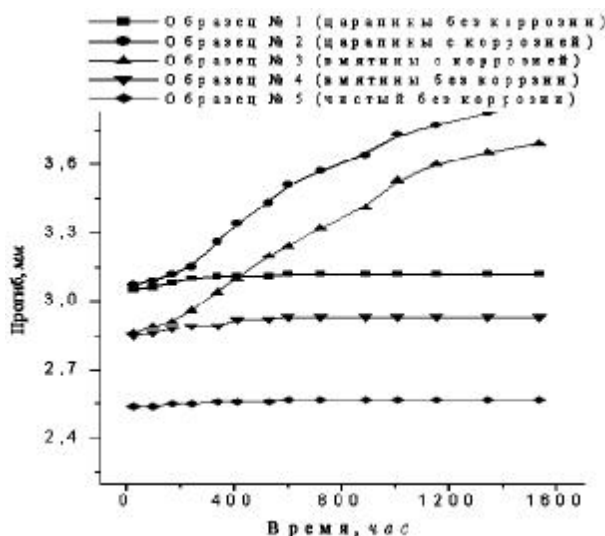


Рис. 5. Зависимость максимального прогиба образцов от времени

В начальный период эксперимента (до 200-250 часов) коррозионный износ идет очень медленно, практически отсутствует (рис. 5). Незначительное увеличение в этом диапазоне времени объясняется податливостью уплотняющих резиновых колец и небольшими перепадами подаваемого давления. Практическое отсутствие коррозионного износа в начальный промежуток времени можно объяснить, опираясь на электрохимическую теорию коррозионного износа. Вычислены также условные модули упругости при пластических деформациях. Изменение условных модулей упругости приведено на рис. 6.

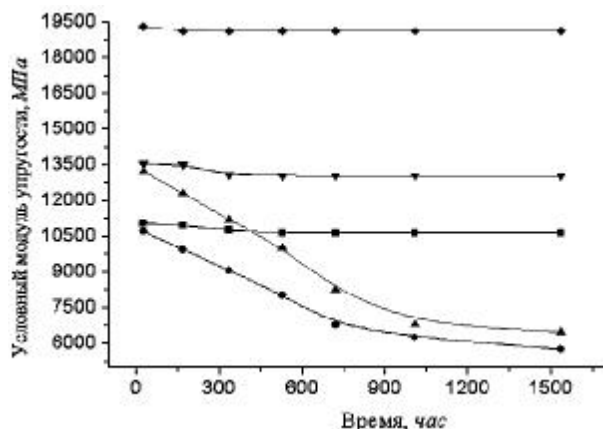


Рис. 6. Изменение условных модулей упругости

Разработанный экспериментально-теоретический метод, установка ДМК-1, а также некоторые полученные эффекты включены в «Отчет о деятельности Российской академии наук в 2006 году. Основные результаты в области естественных, технических, гуманитарных и общественных наук» [14].

Работа выполняется в рамках программы фундаментальных исследований ОЭМППУ РАН, координатор программы – академик РАН Горячева И.Г.

Литература

1. Сидоренко С.Н., Якупов Н.М. Коррозия – союзник аварий и катастроф. – М.: Изд-во РУДН, 2002. – 93 с.
2. Низамов Х.Н., Сидоренко С.Н., Якупов Н.М. Прогнозирование и предупреждение коррозионного разрушения конструкций. – М.: Изд-во РУДН, 2006. – 355 с.
3. Нургалиев А.Р., Нуруллин Р.Г., Якупов Н.М., Якупов С.Н. Предотвращение разрушения строительных конструкций крупногабаритной градирни СК-1200 // IX Всероссийский съезд по теоретической и прикладной механике. Аннотации докладов. – Н. Новгород: Изд-во Нижегородского гос. ун-та, 2006. – С.160-161.
4. Нургалиев А.Р., Нуруллин Р.Г., Якупов Н.М.



- Исследование механических характеристик металлических мембран в процессе коррозионного износа // Труды XXI Международной конференции по теории оболочек и пластин. – Саратов: Изд-во Саратов. гос. техн. ун-та, 2005. – С.176-179.
5. Якупов Н.М., Нуруллин Р.Г., Нургалиев А.Р., Якупов С.Н. Способ испытаний образцов металлических мембран под напряжением и устройство для его осуществления. Решение о выдаче патента РФ по заявке № 2004116460 на изобретение. МПК G01N17/00, 2006.
 6. Нургалиев А.Р., Нуруллин Р.Г., Якупов С.Н. Определение деформационных характеристик мембран с дефектами // Тр. Математического центра им. Н.И. Лобачевского. Т.28. Модели механики сплошной среды. – Казань: Изд-во Казан. матем. об-ва, 2004. – С.160-163.
 7. Якупов Н.М., Нуруллин Р.Г., Нургалиев А.Р. О состоянии строительных конструкций градирен СК-1200 и способах их усиления // Актуальные проблемы механики сплошной среды. – Казань: ИММ КазНЦ РАН, Изд-во КГУ, 2004. – С.119-128.
 8. Предотвращение разрушения промышленных сооружений и снижение загрязнения ими окружающей среды: Отчет о деятельности РАН в 2004 году. Важнейшие итоги. – М.: Наука, 2005. – С.31.
 9. Предотвращение разрушения промышленных сооружений и снижение загрязнения ими окружающей среды: Отчет о деятельности РАН в 2004 году. Основные исследования и разработки, готовые к практическому применению. – М.: Наука, 2005.
 10. Якупов Н.М., Галявиев Ш.Ш., Нургалиев А.Р., Якупов С.Н. Состояние конструкций градирен и предотвращение их разрушения. // Проблемы энергетики, 2006, № 7-8. – С. 36-42.
 11. Нургалиев А.Р., Якупов Н.М. Исследование механических характеристик тонкостенных элементов конструкций, подверженных коррозионному износу и находящихся под воздействием нагрузки // Актуальные проблемы механики сплошной среды. К 15-летию ИММ КазНЦ РАН. – Казань, 2006. – С.244-254.
 12. Якупов Н.М. Лаборатория нелинейной механики оболочек: история и разработки последних лет, Казань: ИММ КазНЦ РАН, 2006. – 98 с.
 13. Якупов Н.М., Галявиев Ш.Ш., Нургалиев А.Р., Якупов С.Н. Усиление металлической части конструкции крупногабаритной градирни СК-1200 / Национальная конференция по теплоэнергетике. Материалы докладов. – Казань, 2006. – С.43-46.
 14. Отчет о деятельности Российской академии наук в 2006 году. Основные результаты в области естественных, технических, гуманитарных и общественных наук. – М.: Наука, 2007. – С.62.



УДК 541.68

Н.Б. Завьялова – доктор технических наук, доцент

В.Ф. Строганов – доктор химических наук, профессор

И.В. Строганов – кандидат технических наук, доцент

Кафедра химии и инженерной экологии в строительстве

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ КАК ФАКТОР ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ГЕТЕРОФАЗНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Наполнение полимерного вещества, то есть возникновение зоны межфазных взаимодействий между твердым телом и полимером, должно сопровождаться изменением термодинамического состояния всей системы в целом и полимерной матрицы в том числе.

Поверхностные слои неоднородны по своей структуре и свойствам. Прежде всего, в них надо выделить адсорбционный слой, в котором отдельные сегменты макромолекул непосредственно взаимодействуют с поверхностью. В него же входят принадлежащие данной молекуле, но адсорбционно с поверхностью не связанные последовательности сегментов в виде петель и хвостов, а также сегменты адсорбционного клубка, непосредственно не взаимодействующие с поверхностью.

Граничный или поверхностный слой обладает эффективной толщиной, за пределами которой отклонение локальных свойств от их объемных значений становится несущественным. Функция, связывающая свойства поверхностного слоя с расстоянием от поверхности, может быть различной, и в общем виде она определяется тремя фундаментальными переменными – энергией когезии полимера, энергией адсорбции (или адгезии) и гибкостью полимерной цепи. Определение эффективной толщины допускает существование такой функциональной зависимости, то есть различия свойств полимера на разном удалении от поверхности [1, 2].

В большинстве случаев условия образования поверхностных слоев не дают возможность экспериментально определить их характеристики, и сделать вывод об их структуре и свойствах можно лишь на основании изменений, вносимых границей раздела в объемные свойства. Изучение прямого взаимодействия частиц наполнителя с полимерной матрицей, которое осуществляется при их совмещении в том или ином технологическом процессе, не может быть изучено с помощью подходов, используемых при рассмотрении адсорбции.

Анализ результатов исследований по изучению свободной поверхностной энергии составов с

закапсулированным и кристаллическим наполнителем показал [3], что покрытие частиц наполнителя полимерной пленкой той же природы, что и полимерная матрица, способствует увеличению свободной поверхностной энергии (СПЭ) составов за счет увеличивающегося вклада ее полярной составляющей и, как следствие, обнаруженной связи СПЭ с механической прочностью образцов, а именно росту прочности при растяжении. Поверхности кристаллов наполнителей, как правило, обладают ориентирующим действием, наличием разноименно заряженных и нейтральных областей с неодинаковым по величине электрическим потенциалом. При этом поверхности кристаллов, которые обладают значительной сферой дальнего действия (200 Е и более), обеспечивают передачу структурной информации через граничные слои. В случае сильнополярных полимеров, к которым относятся нитраты целлюлозы, передача структурной информации может осуществляться по так называемому эстафетному механизму. Под влиянием электрического микрорельефа поверхности твердых тел изменяется структура и ориентация прилегающего к ней монослоя полимерного вещества, который изменяет структуру последующего слоя. От наличия электрического микрорельефа поверхностей кристаллов наполнителя, ориентирующего и дальнего действия эффектов зависят физико-механические и химические свойства композиции, а также свойства граничных слоев других веществ, контактирующих с этой поверхностью. При исследовании двухфазных систем обнаружено [3], что при 5 и 7 мас.% содержании нитратов целлюлозы на поверхности кристалла наполнителя полимер распределяется в виде пленки такой толщины, при которой обеспечивается взаимодействие всех макромолекул с поверхностью частицы наполнителя. При увеличении содержания полимера до 10 мас.% и выше значения фиксируемых термодинамических параметров приближаются к уровню термодинамических параметров чистого полимера, что свидетельствует о том, что появляются макромолекулы, которые не взаимодействуют с поверхностью.



К термодинамической оценке взаимодействия полимера и наполнителя можно подойти также на основании определения теплот растворения [1]:

$$\Delta H_s = \Delta H_g + \Delta H_1, \quad (1)$$

где ΔH_s – теплота растворения полимера;

ΔH_g – теплота перехода полимера из метастабильного стеклообразного состояния с повышенной энтальпией в более низкоэнергетическое равновесное состояние в растворе;

ΔH_1 – теплота взаимодействия равновесного расплава с растворителем.

Для наполненного полимера величина ΔH_g в расчете на полимер не остается такой же, как для ненаполненных полимеров, вследствие изменения плотности упаковки в наполненном полимере, и величина ее зависит от содержания наполнителя:

$$\Delta H_1 = \Delta H'_1(1+\phi) + \Delta H_f \phi, \quad (2)$$

где $\Delta H'_1$ – теплота взаимодействия растворителя с равновесным расплавом наполненного полимера;

ΔH_f – теплота смачивания;

ϕ – доля наполнителя.

Термодинамические свойства наполненных расплавов аморфных полимеров могут быть оценены из данных по удельным объемам наполненных и ненаполненных образцов:

$$\Delta G = -v_0 k T / (v_h \sigma), \quad (3)$$

где ΔG – свободная энергия полимера (наполненного или ненаполненного);

v_0 – объем молекул полимера;

T – температура;

v_h – объем свободного пространства между молекулами полимера («дырки»).

$$\sigma = \exp(1 - n^{-1} - S_h/k), \quad (4)$$

где S_h – изменение энтропии системы, связанное с появлением «дырок».

Уравнение (3) позволяет получить оценку избыточной свободной энергии при переходе полимера в граничный слой, то есть судить по величине $\Delta G'$ (разности ΔG наполненных и ненаполненных образцов) об изменении термодинамической устойчивости полимера в присутствии наполнителя.

Исследование термодинамики взаимодействия полимер-наполнитель и полимер-наполнитель-пластификатор показало, что нанесение НЦ на поверхность наполнителя приводит к уплотнению пограничного слоя за счет увеличения плотности упаковки, при этом влияние наполнителя распространяется на значительную глубину (до 1,5 мкм). Уменьшение значений изменения энтальпии с ростом температуры свидетельствует о физическом взаимодействии полимера с наполнителем. Введение пластификатора приводит к некоторому уменьшению влияния поверхности наполнителя на упорядоченность полимерной системы, при этом происходят изменения в структуре кристаллического наполнителя, сопровождающиеся незначительным тепловым эффектом. Среднее значение свободной поверхностной энергии для применяемого кристаллического наполнителя составляет 182 мН/м, что приводит к повышению адсорбции на поверхности частиц веществ, понижающих поверхностное натяжение. Дипольный момент кристаллов наполнителя (β -формы) составляет 0,8Д. Данные исследований подтверждают результаты проведенной оптимизации по дисперсности наполнителя, по которой превышение размера частиц наполнителей выше 200 мкм нецелесообразно.

Межмолекулярные взаимодействия в непластифицированном НЦ обусловлены преимущественным взаимодействием полярных групп. С введением пластификатора (труднолетучего) в полимер (нитраты целлюлозы) свободная поверхностная энергия снижается с 62,19 мН/м до

Таблица 1

Влияние модификации поверхности кристаллического наполнителя на величину свободной поверхностной энергии и прочность образцов

Система	Наполнение, мас. %	γ_s^d , мН/м	γ_s^p , мН/м	γ_s , мН/м	σ_{np}^p , МПа
Полимер-пластификатор-наполнитель	20	24,35	25,85	50,20	6,45
Полимер-пластификатор-наполнитель*	20	26,55	32,05	58,60	12,85
Полимер	100	29,79	32,40	62,19	-
Полимер-пластификатор	-	27,16	28,14	55,30	-
Примечание: γ_s^d – дисперсионная составляющая СПЭ γ_s^p – полярная составляющая СПЭ Н* – поверхность наполнителя покрыта пленкой полимера					



55,30 мН/м. Это уменьшение СПЭ обусловлено тем, что пластификатор сорбируется полимером и взаимодействует с его активными группами, что приводит к разупорядочиванию структуры полимера.

С изменением величины поверхностной энергии наполнителя и увеличением его сродства к полимеру появляется возможность улучшения эксплуатационных свойств наполненных композиций. Покрывание частиц наполнителя пленкой приводит к увеличению прочности пороха, что подтверждается результатами проведенных нами исследований механических характеристик гетерофазных полимерных составов с гранулированным наполнителем в полимерной матрице, а также результатами исследований [3], приведенных в таблице 1.

Анализ результатов позволяет предположить, что в системе с наполнителем в полимерной оболочке межмолекулярные взаимодействия обусловлены преимущественным взаимодействием полярных групп. При этом значительного разупорядочивания макромолекулярной структуры полимера не происходит, сохраняется исходная степень кристалличности. Но в данном случае в качестве полимерной пленки исследовались низкоазотные нитраты целлюлозы, которые пластифицируются данным пластификатором, а в случае использования слабо пластифицирующихся высокоазотных нитратов целлюлозы можно предположить, что степень кристалличности полимера будет повышаться, что способствует повышению прочности наполненной полимерной композиции. В результате проведенных исследований показано, что оптимальным

содержанием наполнителя является 20...30 мас.%. При большем содержании возможно образование наполнителем структурной сетки (или скелета) в полимерной матрице, когда его частицы являются узлами возникающей за счет взаимодействия молекул полимера с поверхностью наполнителя структурной сетки.

Исследование процессов, происходящих в наполненных полимерных системах, с позиций термодинамики позволяет сделать выводы о структуре полимера в граничном слое вблизи поверхности раздела фаз. Влияние наполнителя не ограничивается только слоями, лежащими в непосредственной близости к границе раздела. Это согласуется с данными о толщинах адсорбционных слоев, полученными различными методами, и может быть объяснено влиянием наполнителя на формирование надмолекулярных структур и взаимодействием их с поверхностью наполнителя, приводящим к изменению условий протекания релаксационных процессов и плотности упаковки макромолекул [1, 2].

Литература

1. Липатов Ю.С. Физико-химия наполненных полимеров. – Киев: Изд. «Наукова думка», 1967.
2. Термодинамические и структурные свойства граничных слоев полимеров / под ред. Ю.С. Липатова. – Киев: Изд. «Наукова думка», 1976.
3. Завьялова Н.Б. Высокоэнергетические гетерофазные композиции с наполнителем в полимерной матрице. Дисс. д-ра техн. наук. – Казань, 2006.



УДК 541.68

Н.Б. Завьялова – доктор технических наук, доцент

В.Ф. Строганов – доктор химических наук, профессор

И.В. Строганов – кандидат технических наук, доцент

А.С. Ахметшин – соискатель

Кафедра химии и инженерной экологии в строительстве

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДЫ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ГЕТЕРОФАЗНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СОСТАВОВ

Введение наполнителей в полимеры сопровождается формированием нового комплекса свойств композиции. Это является результатом межфазных взаимодействий на границе раздела полимер-твердое тело, к которым прежде всего относятся адсорбционные или молекулярные взаимодействия. Они являются ответственными за адгезию на межфазной границе, физические, механические и другие свойства наполненных систем. Межфазные взаимодействия определяют особенности структуры граничного слоя, характер молекулярной упаковки, молекулярную подвижность, морфологию и другие его свойства.

Сочетание полимеров, их смесей и модификаций с наполнителями является важнейшим способом создания современных композиционных материалов с заданным комплексом свойств, отличающимся от свойств исходных компонентов. Сочетание полимеров с наполнителями позволяет получать материалы с совершенно новыми технологическими или эксплуатационными свойствами. Особое внимание уделяют влиянию наполнителей на механическую прочность полимеров (армирование). При этом наполнители способны оказывать такое воздействие, как понижение текучести и объемных термических или химических усадок, улучшение формуемости и формоустойчивости. В качестве наполнителей для полимерных композиций используется целый ряд веществ, в том числе и сами полимерные материалы, после придания им определенной формы или размеров – в виде сфер, порошков с капиллярной формой частиц, чешуек, лент, волокон, жгутов, нитей и так далее, распределенных различным образом и в различных соотношениях с полимерной матрицей. Проблемы, возникающие при выборе оптимального сочетания полимера и наполнителя с учетом не только их природы, формы и характера распределения частиц и объемного соотношения, но и взаимодействия их по границе раздела, чрезвычайно сложны и многообразны.

Некоторые наполнители могут оказывать заметное структурирующее действие на полимер, изменяя условия развития как высокоэластической, так и вязкотекучей деформаций. Частицы такого наполнителя

при его малом содержании в полимере являются узлами возникающей за счет взаимодействия молекул полимера с поверхностью наполнителя структурной сетки.

Введение наполнителя приводит к увеличению удельной поверхности и объема пор полимера, что свидетельствует об уменьшении плотности упаковки и, следовательно, о сильном влиянии наполнителя на процессы формирования структуры матрицы. Частицы наполнителя как в твердых полимерах, так и в растворах являются центрами образования сплошной пространственной структуры. Для таких систем характерно наличие тонких остаточных прослоек жидкости в местах контакта между частицами. Эти прослойки обеспечивают способность системы к значительным пластическим деформациям.

Таким образом, возникновение определенных структур в наполненных полимерах и обусловленное ими влияние поверхности наполнителя на изменение свойств полимера, являются одним из важнейших факторов, определяющих усиление полимеров. Под усилением полимерной композиции обычно понимают увеличение модуля упругости и прочности при диспергировании в полимерной матрице другой фазы, более жесткой и прочной, чем основной полимер. Таким образом, в основе усиления лежит прием комбинирования различных систем, приводящий к «усреднению» их свойств в свободном состоянии. Комплекс показателей механических свойств наполненных композиций может меняться в зависимости от формы частиц наполнителя.

Так, для волокнистых наполнителей наиболее важен показатель разрушающего напряжения при растяжении, так как волокна в композиционном материале работают, в основном, на растяжение. Сжатие, изгиб и сдвиг для них не являются определяющими. Зернистые наполнители работают, в основном, на сжатие. Но они могут работать также на растяжение и сдвиг. При изготовлении наполненных гетерофазных полимеров и переработке полимерных масс важным является показатель твердости. Наполненные полимерные составы, работающие в широком диапазоне температур или при переменном



влажностном режиме, не должны разрушаться от термических напряжений, возникающих при разных температурных расширениях связующего и наполнителя, а также от набухания и высыхания. Поэтому необходимо применять наполнители, показатели свойств которых по термическим расширениям и набуханию наиболее близки к показателям связующего [1, 2, 3].

Для композиционных полимерных материалов различают два вида усиления:

- Высоконаполненные системы, в которых полимер служит для обволакивания армирующих элементов (длинные волокна) и занимает в композиции меньший объем (20...50 %);

- Малонаполненные системы, в которых свойства композиции ближе к свойствам полимерной основы, а в качестве усиливающей фазы вводят небольшие количества коротких волокон или дисперсных частиц (5...25%).

Различные включения в матрице, отличающиеся от нее по податливости (кристаллиты, поры, частицы наполнителя, волокна, царапины и трещины), являются концентраторами напряжений. Увеличение размеров частиц вызывает повышение концентрации напряжений в матрице. Наибольшее увеличение прочности при растяжении наполненных полимеров достигается при использовании мелких частиц с высокой плотностью упаковки и прочной адгезионной связью с полимерной матрицей. При этом частицы наполнителя с большей вероятностью могут быть равномерно распределены в матрице при получении составов, и может максимально реализоваться эффект увеличения адгезионной прочности [4]. Рассматривая случай наполнения дисперсными частицами, следует отметить, что частицы с большей пластичностью, чем матрица, должны повышать ударную вязкость наполненных композиций. Если наполнитель обеспечивает когезионную прочность композиций на уровне ненаполненной матрицы, а его частицы способствуют более равномерному распределению ударных напряжений в плоскости, перпендикулярной действию нагрузки, наблюдается эффект повышения ударной вязкости. Особенно резко этот эффект проявляется для волокнистых наполнителей и жесткой матрицы.

С целью изменения исходного комплекса свойств полимерной композиции также широко применяются:

- технологические добавки, улучшающие условия переработки;

- добавки, модифицирующие механические свойства (пластификаторы, армирующие наполнители, добавки для повышения ударной вязкости).

Эффективность добавки определяется комплексом воздействий на полимерную композицию, способом ее введения в полимер, физической формой, определяющей механизм ее действия.

Поскольку для гетерофазных наполненных

полимерных систем на основе нитратов целлюлозы актуальна задача улучшения физико-механических характеристик, рассмотрим зависимость механических свойств от вида и количества добавок. Механические свойства полимеров зависят от целого ряда взаимодействующих друг с другом структурных факторов, таких как: молекулярная масса, разветвленность полимерных цепей, гибкость макромолекул, межмолекулярные силы, строение кристаллов, кристалличность и степень упорядоченности цепей. Влияние степени полимеризации на прочность полимера неразрывно связано с характером и интенсивностью межмолекулярного взаимодействия. Если представить себе идеальный аморфный полимер в высокоэластическом состоянии, то при малых значениях степени полимеризации, при малой средней молекулярной массе разрушение его будет происходить путем скольжения цепных макромолекул относительно друг друга. При этом суммарная прочность межмолекулярных связей, скользящих относительно друг друга отрезков цепных молекул, меньше прочности цепей главных химических валентностей, и разрушаться будут межмолекулярные связи. Но с увеличением степени полимеризации наступит такой момент, когда суммарная прочность межмолекулярных связей превысит прочность цепи. Тогда прочность композиции будет определяться прочностью химических связей в цепи. Такое положение наступит при тем меньшей степени полимеризации, чем интенсивнее межмолекулярное взаимодействие, ниже температура и совершеннее молекулярная ориентация. Многочисленные исследования влияния степени полимеризации на механические свойства полимеров показали, что полимер обладает измеримой механической прочностью только при некотором минимальном значении степени полимеризации, лежащем в пределах между 40 и 80 [2]. По мере увеличения степени полимеризации прочность полимера непрерывно увеличивается. До степени полимеризации около 250 соблюдается пропорциональная зависимость между механической прочностью и степенью полимеризации, а после достижения степени полимеризации порядка 600 дальнейшее увеличение молекулярной массы уже мало отражается на прочности полимеров. С увеличением молекулярной массы до 300 тыс. разрушающее напряжение и относительное удлинение при разрыве возрастают.

Так как полимерные цепи в напряженном состоянии и в равновесии характеризуются различными конформациями, то и величина адгезии, определяемая наряду с прочими факторами количеством точек контакта цепи с поверхностью, сама по себе зависит от формы, то есть от наличия внутренних напряжений. Вероятно, чем лучше развита поверхность наполнителя, тем большая доля



внутренних напряжений приходится на напряжения, обусловленные взаимодействием с поверхностью. Увеличение общей поверхности наполнителя при уменьшении диаметра частиц может привести к резкому эффективному повышению жесткости цепей и возникновению больших внутренних напряжений. Всякое снятие напряжений на границе раздела фаз, лучшая приспособляемость связующего к геометрии поверхности должны приводить к улучшению свойств материалов [1]. При этом свойства полимерной композиции будут оптимальны в том случае, когда внутренние напряжения будут наименьшими, а количество контактов с поверхностью наибольшее, то есть будет присутствовать высокая прочность адгезионной связи. Поэтому важную роль в формировании свойств наполненной системы играют такие факторы, как свойства полимера, пластификаторов, повышающих гибкость цепей полимера, а также дисперсность или величина удельной поверхности частиц наполнителя. Поэтому выбор наполнителя определяется в первую очередь размерами его частиц и их распределением по размерам (полидисперсностью), а также формой частиц и характером их упаковки.

В соответствии с общепринятой классификацией наполнителей из их большого количества в гетерофазных полимерных составах наиболее часто используются следующие виды наполнителей:

- сферические элементы (поверхность частицы кристаллического наполнителя находится в полимерной пленке);
- кристаллический наполнитель (с моноклинной массивной формой кристаллов, что способствует созданию более плотной структуры);
- волокнистые (в виде волокон, слабо пластифицирующихся смесью пластификаторов);
- синтетические полимеры, образующие нитевидную сетчатую структуру (фторопласт).

Характер упаковки частиц наполнителя относится к факторам, определяющим ударную вязкость дисперснонаполненных полимерных композиций. При рыхлой упаковке наполнитель занимает больший объем, и поэтому в композиции наблюдается большее количество концентраторов напряжения, то есть такой наполнитель более эффективно уменьшает непрерывность матрицы. Так как матрица в основном поглощает энергию удара, наполнители, имеющие высокую плотность упаковки частиц, уменьшают ударную вязкость значительно меньше при одинаковой их объемной доле, чем наполнители с менее плотной упаковкой частиц.

Теоретически плотность упаковки наполнителя в занимаемом объеме не зависит от размера частиц, а зависит от их формы. А практическая доля введенного наполнителя, критическая степень наполнения, когда достигается максимальное значение модуля упругости полимерной композиции, существенно зависит от

размера частиц наполнителя и толщины межфазного слоя. В работе [3] приведена расчетная графическая зависимость степени критического наполнения (C_c) для шарообразных частиц однородного состава от диаметра сферических частиц наполнителя и толщины межфазного слоя (δ). При толщине межфазного слоя 1 мкм критическая степень наполнения для частиц диаметром 1 мкм составляет 3...4 %, 10 мкм – 45%, а диаметром 100 мкм – 65%. При уменьшении толщины межфазного слоя в два раза (0,5 мкм) критическая степень наполнения для частиц диаметром 1 мкм составляет 10%, диаметром 10 мкм – 55%, диаметром 100 мкм – 70%. Толщина межфазного слоя и смачиваемость наполнителя связующим предопределяются свободной энергией поверхности наполнителя.

Для увеличения степени наполнения против расчетной необходимо применение наполнителя с разным размером частиц, исходя из того, что в зазорах между крупными частицами могут располагаться более мелкие. Эмпирическая зависимость фракционного состава наполнителя, отвечающего наиболее плотной упаковке зерен, описывается уравнением 1 [3]:

$$Y=12+88\sqrt{d/D}, \quad (1)$$

где y – количество наполнителя, проходящего через сито с размером отверстия d мм в процентах к общему весу пробы;

D – максимальный размер частиц наполнителя, принятый для композиционных материалов. Величина D устанавливается обычно меньше 0,4...0,5 минимальной толщины готового элемента.

Для мелкодисперсного сферического наполнителя фракций 0,063...0,2 мм при максимальном размере частиц в полидисперсной фракции 0,3...0,4 мм, частиц с диаметром 0,06...0,10 мм должно быть 50 % от общего количества гранулированного наполнителя для достижения оптимальной упаковки частиц. Результаты исследований частиц сферических элементов по форме и распределению по среднему диаметру в каждой фракции показывают, что в смеси фракций 0,063...0,2 мм содержится около 30 % крупных частиц (с диаметром 0,3...0,4 мм) и около 15 % мелких частиц (с диаметром 0,6...0,15 мм). Остальное количество занимают частицы с диаметром 0,2...0,3 мм. Количество мелкой фракции составляет 50 % от содержания крупной фракции, что позволяет получить равномерное распределение наполнителя и хорошее заполнение полимерной матрицы. Таким образом, при применении нескольких полидисперсных фракций гранулированного наполнителя возможно получение наиболее оптимальной упаковки частиц по фракционному составу, что позволяет получать наполненные гетерофазные полимерные составы с заданными свойствами.

Дополнительным фактором, оказывающим заметное влияние на модули упругости и другие



физико-механические свойства наполненных полимерных композиций, является разность термических коэффициентов расширения наполнителя и полимера. Наполнители кристаллической структуры могут иметь различные термические коэффициенты расширения вдоль кристаллографических осей [1, 2]. Поэтому при переработке наполненных полимерных композиций при повышенных температурах различие в термических коэффициентах расширения наполнителя и полимера вызывает возникновение остаточных напряжений при охлаждении до комнатной температуры. Эти напряжения могут заметно уменьшать модуль упругости материалов ниже T_c связующего и тем в большей степени, чем выше концентрация наполнителя. Величина остаточных напряжений существенно зависит от ориентации частиц наполнителя и достигает максимального значения при высоком характеристическом отношении частиц, таких как чешуйки и волокна. Следовательно, в материалах, наполненных сферами или короткими волокнами, при близких значениях термических коэффициентов расширения наполнителя и матрицы величина остаточных напряжений должна быть наименьшей. Этот эффект как раз и наблюдается при наполнении полимерного состава гранулированным наполнителем, в котором природа полимерного покрытия, а значит и его характеристики, аналогичны полимеру матрицы, или коротковолокнистым наполнителем той же природы.

Что касается варианта наполненной системы на труднолетучем пластификаторе, нами предложен вариант компоновки, при котором предлагается заранее покрывать поверхность наполнителя пленкой полимера (нитратами целлюлозы) по эмульсионной технологии. При таком способе компоновки основная полимерная матрица гетерофазного полимерного состава взаимодействует уже не с поверхностью кристаллов наполнителя, а с межфазным переходным слоем, образующимся между матрицей и поверхностью покрытия наполнителя. Такой способ компоновки улучшает комплекс эксплуатационных

свойств гетерофазного полимерного состава [4], уменьшает процесс миграции пластификатора из матрицы состава в межфазный слой и за счет этого увеличивает стабильность физико-химических характеристик полимера в процессе хранения, что подтверждает сказанное выше о влиянии коротковолокнистого и сферического наполнителя на величину остаточных напряжений при термическом расширении наполнителя. При этом зоны межфазного взаимодействия между твердым телом и полимерной матрицей не будут сопровождаться сильным изменением термодинамического состояния системы, так как все взаимодействия происходят на уровне «полимер – межфазный полимерный слой». В этом случае, по-видимому, происходит увеличение влияния энергии когезии, определяемой природой пластификатора (через параметр растворимости) и его строением. Причем, из вышесказанного вытекает, что чем толще слой пленки полимера на наполнителе, тем меньше это влияние. Покрытие наполнителя пленкой полимера, образующего матрицу, возможно, приводит также к уменьшению влияния пористости и изменению плотности гетерофазного полимера, о чем свидетельствуют сравнительные данные о пористости полимеров с покрытым и непокрытым кристаллическим наполнителем.

Литература

1. Липатов Ю.С. Физико-химия наполненных полимеров. – Киев: Изд. «Наукова думка», 1967.
2. Термодинамические и структурные свойства граничных слоев полимеров / Под ред. Ю.С. Липатова. – Киев: Изд. «Наукова думка», 1976.
3. Наполнители для полимерных композиционных материалов / Справочное пособие под ред. Г.С. Каца и Д.В. Милевски. – М.: Химия, 1981.
4. Завьялова Н.Б. Высокоэнергетические гетерофазные композиции с наполнителем в полимерной матрице. – Дисс. д-ра техн. наук. – Казань, 2006.



УДК 666.3/7

А.Г. Хузагарипов – ассистент

М.Г. Габидуллин – кандидат технических наук, доцент

Кафедра строительных материалов

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕНОКЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

В последние годы на кафедре строительных материалов Казанского государственного архитектурно-строительного университета проводятся исследования по разработке эффективных строительных керамических материалов и механизмов регулирования их структуры путём изменения состава и технологии. Одним из перспективных направлений этих исследований является отработка технологии производства пенокерамики на основе местного сырья и отходов производств.

Цель работы – апробация новых технологических приёмов и составов, позволяющих регулировать структуру и свойства пеносырца и пенокерамики.

Для осуществления цели исследований была разработана технология получения пенокерамики, включающая следующие этапы: приготовление сырьевой шихты; получение шликера; раздельное приготовление пены; вспенивание шликера; формование, сушка и обжиг изделия.

Шихту готовили совместным перемешиванием в смесителе ингредиентов, соотношения которых приведены в таблице 1.

В процессе получения пенокерамического изделия по традиционному способу производства с целью регулирования структуры и улучшения свойств сырца пенокерамики (повышения прочности, снижения плотности, усадки и теплопроводности) были применены новые технологические приёмы,

изложенные ниже.

На первом этапе для улучшения физико-механических свойств черепка готовили шихту из глины, боя керамического кирпича производства Арского кирпичного завода и стекла, которое дополнительно активизировали путём совместного измельчения в шаровой мельнице до размеров частиц 70-100 мкм. Установлено, что измельчение указанных ингредиентов шихты до указанных размеров способствует активизации физико-химических процессов, происходящих при последующем обжиге пенокерамических изделий. Из таблицы 2 видно, что при тонкости помола 70-100 мкм обеспечивается наибольшая подвижность керамического шликера, что позволяет при равной подвижности шликера снизить В/Т отношение. Это способствует укреплению межпоровых перегородок, повышению прочности черепка и снижению водопоглощения изделия.

Для снижения усадки, повышения трещиностойкости сырца при сушке, снижения средней плотности и теплопроводности пенокерамического изделия в качестве выгорающей добавки использовали древесные опилки. Введение древесных опилок обоснованно их армирующим эффектом, т.к. частицы древесных опилок, дисперсно распределяясь в пеношликере, структурно укрепляют его, снижая усадку и трещинообразование. В процессе обжига опилки выгорают и образуют дополнительную

Таблица 1

№ состава	Состав смеси, масс %									
	Глина	Кирпичный бой	Молотое стекло	Древесные опилки	Отход травления алюминия	Пенообразователь	Портландцемент	Жидкое стекло	С-3	Вода
1	50,25	17,34	0	0	0	0,30	2,00	0	0	30,11
2	41,90	3,72	6,40	1,90	4,80	0,40	4,50	1,28	0,1	31,00
3	38,80	3,72	7,70	3,20	5,70	0,30	4,50	1,29	0,20	30,10
4	40,10	8,10	6,40	3,20	3,80	0,30	4,80	1,27	0,13	30,90
5	36,30	9,10	8,70	4,40	3,30	0,40	4,25	1,25	0,1	32,60
6	38,80	8,71	8,70	3,20	5,70	0,30	4,50	1,29	0,20	30,10



Таблица 2

№ п/п	Тонкость помола, мкм	Подвижность шликера, мм
1	менее 50	77
2	50-70	115
3	70-100	134
4	100-120	98

макропористость, которая снижает плотность и теплопроводность пенокерамики. Установлено, что наибольший эффект достигается при введении древесных опилок фракции 0,250-0,315 мм, т.к. при меньшем размере фракции резко повышается водопотребность, а при большем происходит разрушение мелкопористой структуры пеношликера, образованной введением пены.

На втором этапе приготовления пенокерамики готовят шликер. Для этого отдельно готовят смесь воды, портландцемента и жидкого стекла. Последнее вводят для закрепления структуры шликера во время сушки, снижения усадки и плотности пеносырца. В дальнейшем в шликер добавляют предварительно приготовленную шихту из боя кирпича, стекла и глины, перемешивают в течение 1-2 минут до получения однородного шликера. Совместное использование портландцемента с жидким стеклом способствует ускорению процесса структурообразования пеносырца, снижая его усадку (табл. 3).

С целью повышения подвижности шликера, а также снижения влагосодержания и времени, необходимого для влагоотдачи пеношликерной массы во время сушки изделий, в воду добавляли суперпластификатор С-3. Результаты исследований влияния различных пластификаторов на подвижность керамического шликера, представленные в таблице 4, подтвердили, что суперпластификатор С-3 способствует наибольшему повышению подвижности керамического шликера при равном количестве воды затворения для всех составов, что ускоряет процесс влагоотдачи при сушке пеносырца и снижает

трещинообразование.

На третьем этапе в приготовленный шликер добавляют пену и производят вспенивание до получения однородного пеношликера. Применение пены при изготовлении пенокерамических изделий обеспечивает получение ячеистой структуры с замкнутыми порами, что улучшает теплозащитные свойства и снижает теплопроводность. В таблице 5 представлены результаты исследования влияния вида пенообразователя на плотность и теплопроводность пенокерамики. Видно, что при использовании пенообразователей ПБ-2000 и «Пеностром» наблюдается наименьшая усадка, средняя плотность и теплопроводность, это связано с образованием более однородной пористости и замкнутого характера пор по сравнению с образцами, приготовленными с использованием других пенообразователей.

Полученный пеношликер заливается в металлические разборные формы размером 50х50х50 мм, выложенные изнутри бумагой, которая необходима для защиты сырца после распалубки от механических повреждений при дальнейшей транспортировке в печь. После формовки с целью завершения первоначального процесса структурообразования сырца производилось статическое выдерживание образцов в формах в течение первых 6 часов. При меньшем времени выдержки возрастала усадка и трещинообразование, большее время выдержки технологически и экономически не целесообразно. Затем образцы отправляют на сушку, которую осуществляют в течение 24 часов, до остаточной влажности изделия 5-7% при 40-60°C. При большей температуре разрушается пена и повышается трещинообразование. Свойства пеносырца одного состава при различных температурах сушки представлены в таблице 6.

Сушка пеносырца при температуре менее 40 °C приводит к замедлению процессов влагоотдачи и закрепления структуры пеносырца, что повышает усадку и трещинообразование. С другой стороны, если проводить сушку пеносырца при температуре выше

Таблица 3

№ п/п	Добавка	Свойства пеносырца		
		Плотность, кг/м ³	Усадка, %	Трещины, шт. (более 10 мм)
1	Портландцемент	590	11	4
2	Жидкое стекло	595	14,5	6
3	Портландцемент + жидкое стекло	590	9	2
4	Контр. состав (без добавок)	600	21,5	12



Таблица 4

№ сост.	Состав шликера, % (свыше 100%) от глины					В/Т	Расплав, мм
	Глина	С-3	Сода	ПЩ	Без добавок		
1	100	0,3				0,6	161
2			0,3			0,6	134
3				0,3		0,6	128
4					—	0,6	107

60 °С, также происходит повышение трещинообразования и усадки, вызванное тем, что при повышенных температурах пена разрушается и не успевает закрепить структуру пеносырца. Следовательно, оптимальной температурой сушки является 40-60°С, при которой, как видно из таблицы 6, наблюдается наименьшая усадка и трещинообразование. Это также связано с тем, что при равномерной влагоотдаче структура пеносырца успевает закрепиться без разрушения пены и возникновения внутренних напряжений. Элементом новизны технологии является то, что в процессе сушки после распалубки сырец переворачивается основанием вверх, чтобы изменить направление влагоотдачи, позволяющее снизить усадку и сохранить равномерную пористость.

Обжиг пенокерамики проводится при температуре 980-1050°С (оптимальная 1030°С) в течение 12 часов. Продолжительность обжига зависит от вида применяемой глины, количества отходов травления алюминия (далее ОТА) и молотого стекла. Установлено, что с повышением количества ОТА и молотого стекла температура обжига понижается. РФА и ДТА контрольных образцов пенокерамики, обожженных в указанном температурном интервале, позволили установить, что повышение прочности черепка при введении в шихту флюсующих компонентов в виде смеси ОТА и стеклобоя связано с образованием волоstonита и моноклинного пироксена.

По разработанной технологии на основе предложенного сырья и технологических приёмов были изготовлены контрольные образцы пенокерамики, результаты испытаний которых представлены в таблице 7.

Из данных таблицы 1 видно, что при повышении ОТА происходит повышение прочности черепка с 1 до 3,5 МПа. При введении молотого стекла, прочность повышается до 2,4 МПа, а при совместном введении отходов травления алюминия и молотого стекла прочность составила 3,8 МПа, что соответствует максимальному значению. При дальнейшем повышении флюсующих добавок в составе сырьевой смеси в процессе обжига происходит оплавление образцов. Показано, что использование эффективного пенообразователя «Пеностром», комплексного стабилизатора в виде смеси портландцемента, жидкого стекла и древесных опилок снижает усадку пенокерамического черепка с 20,5 % до 9,2 %, среднюю плотность на 19% и теплопроводность с 0,129 Вт/(м*°С) до 0,103 Вт/(м*°С).

Таким образом, результаты исследований позволяют сделать вывод, что разработана новая технология получения пенокерамики, направленная на регулирование структуры и конечных свойств пенокерамики. Это обеспечило повышение прочности пенокерамики при введении предлагаемых добавок флюсующего действия в виде ОТА и молотого стекла в оптимальных количествах, снижение плотности, усадки

Таблица 5

№ п/п	Вид пенообразователя	Свойства пенокерамического черепка		Примечание
		Средняя плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/(м*°С)	
1	ПБ 2000	520	0,106	—
2	Унипор	700	1,3	растрескался
3	Пеностром	575	0,108	—
4	ПО 6	650	0,125	—



Таблица 6

№ п/п	Температура обжига, °С	Свойства пеносырца		
		Усадка, %	Плотность, кг/м ³	Трещины, шт. (более 10 мм)
1	30-40	12	605	5
2	40-50	8,5	530	2
3	50-60	9	560	3
4	60-70	18	685	9

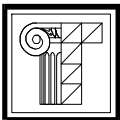
Таблица 7

№ п/п	Свойства пенокерамики			
	Средняя плотность, кг/м ³	Усадка пенокерамического черепка, %	Теплопроводность, Вт/(м*°С)	Прочность при сжатии, МПа
1	690	20,5	0,129	менее 1
2	586	9,7	0,107	2,1
3	598	9,5	0,110	3,5
4	577	10,1	0,106	1,6
5	587	9,7	0,107	2,4
6	609	9,2	0,115	3,8

и теплопроводности при использовании пенообразователя «Пеностром» и комплексного стабилизатора в виде портландцемента, жидкого стекла и фракционированных древесных опилок. Предложены новые составы для получения пенокерамики со средней плотностью 577-609 кг/м³, теплопроводностью 0,106 - 0,15 Вт/(м*°С) и прочностью 1,6-3,8 МПа.

Литература

1. Габидуллин М.Г. Научные и технологические основы управления структурой и свойствами энерго- и ресурсосберегающей строительной керамики: автореферат. дис. д.т.н. / Габидуллин М.Г. – Казань, 2007. – 51 с.
2. Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З., Морозов В.П. Моделирование структуры черепка эффективной стеновой керамики, полученной путем регулирования ее пористости введением выгорающих добавок // Сб. трудов годичного собрания РААСН «Ресурсо- и энергосбережение как мотивация творчества в архитектурно-строительном процессе». – Москва-Казань, 2003. – С. 362-366.
3. Завадский В.Ф., Путро Н.Б., Максимова Ю.С. Поризованная строительная керамика // Строит. материалы, 2004, №2. – С. 21-22.
4. Хузагарипов А.Г., Габидуллин М.Г. Регулирование структуры сырца при производстве пенокерамики комплексными стабилизаторами. Академические чтения РААСН, вып. №9. – Казань, 2006.



УДК 332.72 (470.41)

В.Н. Сучков – кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительной механики, первый проректор

И.Ф. Гареев – кандидат экономических наук, преподаватель кафедры экономики и предпринимательства в строительстве

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Л.Р. Султанова – аспирант

Казанский государственный университет

СТАНОВЛЕНИЕ ЦИВИЛИЗОВАННОГО РЫНКА НЕДВИЖИМОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Важными факторами, определяющими характер развития рынка жилья региона, являются действенность государственного регулирования, степень активности местных властей и конкретная социально-экономическая ситуация. Активная рыночная политика местных властей, относительно высокий уровень доходов населения и формирование «критической массы» представителей среднего класса, высокие темпы развития бизнеса и предпринимательства, инвестиционная активность, рост темпов строительства, возрастание предложения в ответ на растущий спрос на жилые объекты создают благоприятные условия для развития жилищного рынка и выполнения им мультипликативной функции.

Одновременно в ходе реализации государственной жилищной политики выявляются проблемы, препятствующие эффективному функционированию рынка жилья. Систематизируем эти проблемы.

1. Недостаточные объёмы жилищного строительства

Ведущими факторами, определяющими динамику жилищного строительства, являются дисбаланс спроса и предложения, неразвитость законодательства, наличие административных барьеров, сокращение строительных площадок в черте города, рост требований к качеству жилья со стороны потребителя.

Предложение на рынке представлено не только объектами, выставленными на продажу при условии единовременной оплаты их стоимости, но и предполагающими оплату их стоимости в рассрочку и привлечение на эти цели ипотечных кредитов. Получившие развитие формы кредитования дают возможность длительной рассрочки и незначительного первоначального взноса. Последние значительно повышают платёжеспособный спрос и делают возможным приобретение жилья населением в массовом порядке.

2. Дороговизна ипотечного кредитования и несоответствие уровня доходов большей части населения и стоимости жилья

Количество семей, способных сегодня реально приобрести жильё с использованием ипотечного кредита, незначительно. Следовательно, важнейшим условием повышения доступности жилья, в том числе с помощью ипотеки, является стабилизация цен, но общая тенденция изменения цен практически на все виды жилья в российских регионах такова, что их рост, причём значительными темпами, существенно превышает темпы инфляции. Кроме роста цен, на ограничение спроса на ипотечные продукты влияют и другие факторы: недостаточно высокие доходы, высокие процентные ставки, неуверенность в стабильном заработке и невозможность официально подтвердить свой доход. В связи с этим одним из приоритетных направлений работы государства должен быть вопрос повышения уровня заработной платы, как одного из важнейших факторов повышения доступности жилья.

Кроме того, на фоне повышения количества выдаваемых ипотечных кредитов и уровня невозврата необходимо создание схемы продажи ипотечных кредитов через независимых ипотечных брокеров. Речь идёт о повышении уровня профессионализма всех участников рынка. Деятельность ипотечных брокеров предполагает внедрение и реализацию единых стандартов и технологий, максимально упрощающих взаимодействие с другими участниками рынка.

3. Изменение схемы градостроительства

В настоящее время региональные власти с целью повышения масштабности и эффективности строительства предлагают сменить принцип застройки городов - с точечной на комплексную. Такой подход позволяет решить сразу несколько проблем: снизить себестоимость квадратного метра за счёт объёмов



строительства, развить городскую инфраструктуру и выдержать архитектурный стиль застройки. Реализацию национального проекта, например, в Республике Татарстан местные власти в первую очередь связывают с проектами комплексной застройки городских территорий («Солнечный город», «Миллениум Зилант Сити»).

4. Недостаточная обеспеченность инженерной инфраструктурой

Стремясь как можно быстрее исправить неутешительную статистику по вводу жилья, региональные власти в большинстве своём выделяют под комплексную застройку окраинные районы и пустыри, где не нужно проводить снос ветхого жилья и переселение жителей. Но, возможно, комплексную застройку было бы эффективней развивать в тех районах города, где существуют большие массивы ветхого и не пригодного к проживанию жилья. Там уже имеется вся социальная инфраструктура. Кроме того, это позволило бы решить проблему ликвидации ветхого фонда, которая для большинства поволжских городов более чем актуальна. Именно такое решение и предлагают власти Кировского района Казани – сосредоточить там более половины всех работ по жилищному национальному проекту в республике до 2010 г. и на месте ветхих зданий возвести новый жилой микрорайон площадью 5 млн. кв. м жилья. Программа реновации подразумевает снос всех домов старше 20 лет и высотой до пяти этажей и застройку района 16-25-этажными зданиями.

5. Затратоёмкость строительства

Стоимость квадратного метра жилья на этапе котлована постепенно приближается к стоимости в готовом доме. Два года назад инвесторы, вкладывающие в строительство на нулевом этапе, к окончанию строительства зарабатывали 60-80% прибыли (именно на столько в среднем увеличивались цены на жилье в процессе строительства), то теперь их доход не превышает 35-40%. В будущем разница в стоимости между готовым и проектируемым жильём будет уменьшаться и в итоге достигнет 20%. Эта тенденция объясняется появлением на строительном рынке новой группы игроков – банков и финансовых институтов.

Три-четыре года назад при начале строительства на долю средств граждан приходилось до 80% общей стоимости проекта, а на собственные средства девелопера – не более 20%. Сегодня на банковские кредиты приходится до 50%, на собственные средства девелопера – те же 20%, а доля средств граждан снизилась до 30%. Такому перераспределению средств между различными группами инвесторов способствовало вступление в силу Федерального закона №214, обязывающего застройщиков начинать

проект на собственные средства, а также снижение процента по банковским кредитам с 15-18% в 2004 г. до 11-12% в 2007 г.

Сокращение разницы в стоимости жилья в стадии котлована и после завершения строительства происходит также за счёт увеличения застройщиками цены на первоначальном этапе. Другими словами, основной причиной роста начальных цен предложения жилья является стремление девелоперов монополизировать возможность заработка на росте стоимости объекта по мере строительства. Из-за практики реализации квартир на начальных этапах и высокой активности частных инвесторов, выкупавших порядка 50% предложений в новых домах, девелоперы теряли до 60% прибыли с каждого второго квадратного метра. Такое положение дел девелоперов не устраивало, однако возможность изменить его появилась только сейчас, с приходом на этот рынок банковского капитала. Уже сейчас доля банковского капитала в новых проектах в среднем составляет 50%, притом, что еще два года назад он вообще отсутствовал на этом рынке.

Таким образом, у строителей появился удобный и быстрый доступ к недорогим ресурсам для финансирования строительства. Несмотря на необходимость делиться прибылью с финансовыми организациями, для девелоперов появление банковского капитала является выгодным. Однако эта выгода проявляется только в том случае, если строитель не затягивает срок сдачи: чем дольше срок строительства, тем больше забирает банк в виде процентов на заёмный капитал и меньше прибыль девелопера. В будущем это должно привести к сокращению сроков строительства. Доля средств кредитных организаций на рынке нового строительства будет расти. Рост объёмов банковского кредитования строительства новых домов приведёт к ещё большему сближению цен на стадии котлована и в готовой новостройке.

Вышеизложенные особенности представляются весьма востребованными экономическими инструментами для реализации национального проекта по обеспечению населения региона доступным и комфортным жильём. Также это позволяет делать выводы о глубокой осмысленности действий участников рынка по повышению его эффективности, когда необходимо рациональное сочетание механизмов рыночного саморегулирования с активным воздействием федеральных и региональных органов власти на экономические и социальные процессы путем действенного госрегулирования.



УДК 658.5.012

А.Н. Шмелева – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента
Пензенский государственный университет

ПОВЫШЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ КОМПАНИИ ПОСРЕДСТВОМ РЕАЛИЗАЦИИ ПЕРСОНАЛ-СТРАТЕГИИ «САМООБУЧАЮЩАЯСЯ ОРГАНИЗАЦИЯ»

Роль и место страны в мировом сообществе, уровень жизни народа, обеспечение национальной безопасности в большей степени зависят от масштабов использования новых знаний и технологий. Экономика промышленно-развитых государств, 80-90% прироста ВВП которых обусловлено новыми знаниями, воплощенными в новой технике и технологии, носят инновационный характер.

Инновационный характер деятельности, её высокая наукоемкость меняют требования к работнику, повышают значимость творческого отношения к труду, профессионализму. Сегодня конкурентные преимущества компании в огромной степени определяются ее инновационностью, а значит, качеством кадрового потенциала. Это требует существенного изменения в принципах и методах управления персоналом.

Характеризуя переход мировой экономики на инновационный путь развития, закономерно говорить о формировании «экономики инноваций», «экономики знаний» и т.д. Изменяется тип воспроизводства – его основной чертой становится развитие национальных инновационных систем.

Национальная инновационная система – это совокупность хозяйствующих субъектов, взаимодействующих в процессе создания и реализации инновационной продукции (услуг), осуществляющих свою деятельность на основе соответствующей нормативной правовой базы в рамках проводимой государством политики.

К *внешним механизмам* развития российской инновационной системы на сегодняшний день относятся:

- законодательство Российской Федерации по регулированию инновационной деятельности, в частности таких аспектов, как:
 - создание и развитие российской национальной инновационной системы;
 - финансирование инноваций;
 - назначение и реализация государственных целевых программ;
 - создание и порядок функционирования особых экономических зон;
 - статус и задачи создания наукоградов;
- структура поддержки инновационного предпринимательства.

К *внутренним механизмам* относятся:

- организационное проектирование с ориентацией на заинтересованность каждого сотрудника в результате;
- процессно-ориентированное управление предприятиями;
- реализация персонал – стратегии «Самообучающаяся организация»;
- развитие командного менеджмента на предприятиях;
- системная модель управления трудовым потенциалом;
- внутриорганизационные отношения и методы управления;
- учет и оценка затрат на менеджмент качества управления предприятиями;
- рассмотрение менеджмента качества управления как процесса предприятия.

Как видно из приведенных механизмов, основная нагрузка по переходу к инновационному типу управления ложится на российские предприятия – главные институциональные, экономические и социальные элементы российской экономики. Рациональное и логичное использование и развитие данных механизмов способствует повышению эффективности управления инновационными предприятиями и, следовательно, стимулирует их инновационную восприимчивость. Данные мероприятия относятся к таким видам реформирования предприятий, как *менеджеральное*, предполагающее изменение организационной структуры, модернизацию системы управления предприятием и перераспределение функций управления; и *институциональное*, в рамках которого осуществляется изменение состава и характеристик внутрифирменных институтов.

В настоящее время наиболее эффективной рабочей моделью повышения качества и эффективности управления (в том числе трудовыми ресурсами предприятия) является *модель всеобщего управления качеством (Total Quality Management – TQM)*.

Сильное и настойчивое руководство, компетентный персонал, современные методы обучения в профессиональной подготовке всех членов организации являются существенными факторами для успешной реализации TQM и, как следствие,



повышения конкурентоспособности предприятия.

Международный стандарт ИСО 9001-2000 в области человеческих ресурсов требует, чтобы персонал, выполняющий работу, влияющую на качество продукции, был компетентным в соответствии с полученным образованием, подготовкой, навыками и опытом. Для этого организация должна:

- определить необходимую компетентность для персонала, выполняющего работу, которая влияет на качество продукции;
- обеспечить подготовку или предпринимать другие действия с целью удовлетворения других потребностей;
- оценивать результативность предпринятых мер.

Новой тенденцией в области менеджмента качества является *развитие эффективного внутрифирменного управления*. Идея, что ключевым в конкурентной борьбе является «человеческий фактор», сама по себе не нова, однако в настоящее время развитие персонала приобретает качественно новую основу.

Обучение качеству и оценка эффективности управления предприятием предполагают соблюдение таких принципов, как *непрерывность и вовлеченность членов общества на всех этапах обучения, а также производственной деятельности*, что ведет к появлению такого понятия, как **самообучающаяся организация**, т.е. организация, в которой процесс обучения является постоянным и постепенно становится своеобразной потребностью персонала.

В качестве основных условий по созданию самообучающейся организации могут выступать:

- планирование обеспечения постоянной подготовки и карьеры;
- определение полномочий и ответственности персонала;
- разработка индивидуальных и групповых целей менеджмента, выполнение процесса и оценивание результатов;
- содействие вовлечению работников при постановке целей и принятии решений;
- постоянный анализ потребностей своих работников;
- создание условий, поощряющих инновации;
- обеспечение групповой (командной) работы;
- информирование о предложениях и мнениях;
- использование измерений степени удовлетворенности работников;
- выяснение причин прихода работников в организацию и их увольнения.

Проиллюстрируем процесс разработки и реализации персонал-стратегии «Самообучающаяся организация» следующим образом (рис. 1).

С внедрением системы менеджмента качества профессиональная подготовка должна рассматриваться как процесс «Обучение, подготовка и переподготовка сотрудников организации», т.е. деятельность, использующая ресурсы для преобразования «входов» в «выходы». На «входе» это

существующий на данный момент уровень знаний и квалификации персонала, на «выходе» все то же, только с так называемой «добавленной стоимостью».

Оценить результативность предпринятых мер – это и есть определить величину добавленной стоимости. Именно количественное определение добавленной стоимости является камнем преткновения при внедрении международных стандартов в область образовательной деятельности в общем плане и в область профессиональной подготовки в частности.

Статья 21 Закона РФ «Об образовании» трактует профессиональную подготовку как подготовку, имеющую целью ускоренное приобретение обучающимся навыков, необходимых для выполнения определенной работы, группы работ.

Международный стандарт рассматривает профессиональную подготовку шире и глубже. Приобретения навыков, необходимых для выполнения определенной работы, может быть и достаточно, но выполнять работу, влияющую на качество, может только профессионал своего дела.

Профессионалом же обучающийся может стать в результате взаимопроникновения и взаимодополнения двух процессов – овладения знаниями в своей профессиональной области (информированностью) и совершенствования операционных навыков своей профессии (мастерства). Только в этом случае обучающийся может овладеть определенным набором специальных навыков-компетенций, необходимых для качественного выполнения работы и дальнейшего профессионального роста.

Исходя из этого положения, процесс «Обучение, подготовка и переподготовка персонала» подразделяется на два подпроцесса (практики):

- *Практика «Обучение, подготовка и переподготовка персонала в рамках предприятия»* (рис. 2). В этом случае приказом по предприятию определяются: цели, задачи и программы обучения; сроки, место и время проведения занятий; преподавательский состав и список слушателей; лица, ответственные за обучение. Отдел кадров обеспечивает подразделения, преподавателей (из числа работников предприятия) необходимой для обучения программой и комплектом необходимых документов, а также консультирует по вопросам оформления документации по обучению.

- *Практика «Обучение, подготовка и переподготовка персонала в сторонних организациях»* (рис. 3). Направление работников предприятия на обучение в сторонние организации осуществляет отдел кадров в соответствии с годовым планом обучения или заявкам подразделений с указанием фамилий лиц, направляемых на учебу. В результате такого подхода к развитию трудовых ресурсов организации улучшаются следующие показатели работников: уровень квалификации, деловых качеств, работоспособности, качество выполняемой

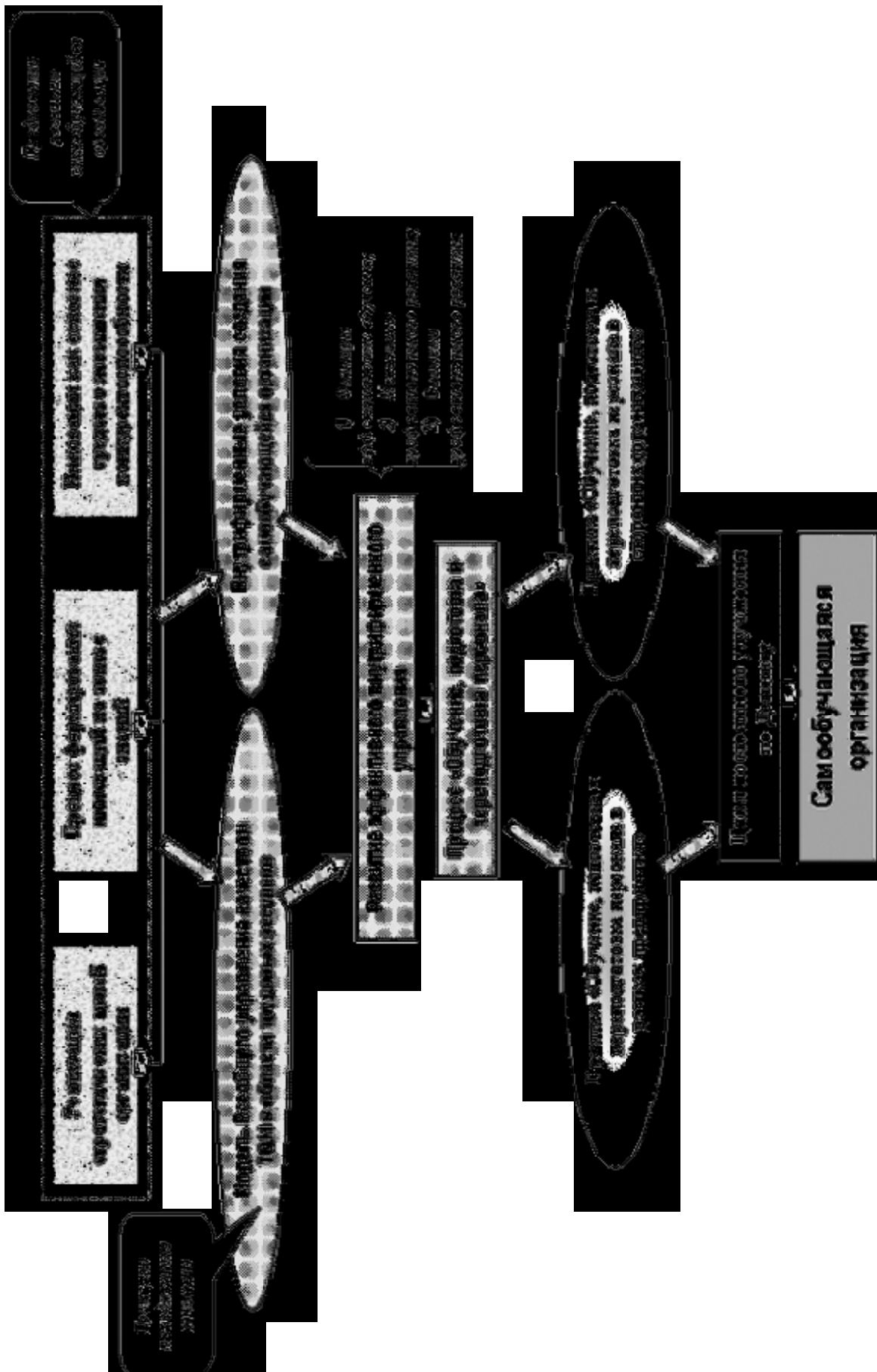


Рис. 1. Процесс разработки и реализации персонал-стратегии «Самообучающаяся организация»

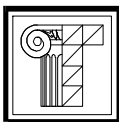


работы, стиль и методы работы, участие в инновационной деятельности; психологическая совместимость с коллективом; управление подчиненными; уровень готовности к командообразованию.

Использование процессного подхода к управлению трудовыми ресурсами предприятия посредством реализации персонал-стратегии «Самообучающаяся организация» позволяет выстроить наиболее продуктивные формы организационного взаимодействия персонала, качественно преобразовать его динамические и структурные характеристики и на этой основе повысить инновационную восприимчивость современной компании.

Литература

1. Вейцман Э.М. Универсальный критерий качества. // Стандарты и качество, 2001, №11.
2. Гоберман Л.А. Концептуальные и методологические аспекты проблемы качества. // Качество: теория и практика, 1998, №1-2.
3. ГОСТ Р ИСО 9000-2001 // М.: Изд-во Госстандарта, 2001. – 158 с.
4. Егоров В.С., Резниченко В.Г. и др. Применение процессного подхода для анализа эффективности и совершенствования Систем менеджмента качества и экологии на экспортоориентированных предприятиях автомобильной промышленности. (Доклад на VI международной конференции «Развитие через качество. Теория и практика». г. Тольятти, 2001 г.).
5. Коллинз Дж. От хорошего к великому. – СПб.: Стокгольмская школа экономики, 2005.
6. Масленникова Н.П. Концепция развития инновационной восприимчивости организаций в инновационной сфере. // Менеджмент сегодня, 2006, №1.
7. Масленникова Н.П. Функции управления развитием инновационной восприимчивости организации. // Менеджмент сегодня, 2006, №2.
8. Милосердов Д.О. Модель реинжиниринга бизнес-процессов организационно-управленческой структуры промышленных предприятий. // Менеджмент в России и за рубежом, 2006, №4.
9. Международный стандарт ИСО 9001. Системы менеджмента качества. Требования. Пер. с англ. – М: НТК «Трек», 2001. – 33 с.
10. Международные стандарты. Управление качеством продукции. ИСО 900-9004 // М.: Изд-во стандартов, 1989. – 168 с.
11. Методика определения процессов Системы менеджмента качества в соответствии с требованиями ИСО 9001:2000. НПП «ПИРС-КОНСАЛТ», 2001. – 110 с.
12. Нецадин А. Экономический рост и кадровый потенциал России. // Вопросы экономики, 2000, №7.
13. Огвоздин В.Ю. Анализ основных терминов стандарта ИСО 8402-86. // Стандарты и качество, 1992, №3.
14. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2000.
15. Шинкоренко О.Н. Стандарты серии ISO 9000:2000 и управление трудовыми ресурсами. // Менеджмент в России и за рубежом, 2006, №4.



622.23:625.8

Р.Г. Газизуллин – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой начертательной геометрии и графики

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

В связи с бурным развитием строительства автомобильных дорог весьма важной проблемой является обеспечение дорожных организаций прочными, дешевыми и долговечными строительными материалами. Одним из направлений удовлетворения потребности в строительстве автодорог является использование местных природных органно-минеральных материалов – битуминозных пород.

Татарстан обладает огромными ресурсами битуминозных пород. Только запасы природных битумов, содержащихся в породах, составляют более 1,5 млрд. т, если перевести на породу, то ресурсы будут более 15 млрд. т.

Есть месторождения битуминозных пород, пригодные для открытой разработки: Сугушлинское (105,2 млн. м³), Сарабикуловское (24,6 млн. м³), Ново-Шугуровское (27,3 млн. м³), Сюкеевское (700 млн. м³), Фиков-Колокское (0,8 млн. м³) и др. Все эти месторождения изучены автором и обоснована целесообразность их разработки открытым способом, разработаны технологические схемы и технические задания на проектирование.

Для улучшения качества дорожного покрытия разные авторы предлагают нефтешламы, грунтосиликатные материалы, анионоактивные битумные эмульсии, различного типа стабилизаторы и т.д. Природа заботилась, создав великолепные, почти готовые асфальтобетоны – битуминозные породы (песчаники, доломиты, известняки).

Содержание природного битума в породах составляет от нескольких процентов до 15 и более.

Природные битумы обладают ценными физико-химическими свойствами. Они долговечны, устойчивы и прочно сохраняют свой химический состав и свойства, с трудом поддаются воздействию агрессивных сред и отрицательному влиянию естественных факторов. Битумы обладают огромной силой адгезии, т.е. липкостью, присущей свободным молекулам, позволяющим прочно соединяться частицами пород. Благодаря молекулярным силам, битум устойчиво связан с частицами пород. Природные битумы имеют высокие гидроизоляционные свойства, что является очень ценным для дорожного строительства.

Эти физико-химические свойства автором изучались в лабораторных и производственных условиях. Природный битум, находящийся в порах пород, при воздействии окружающей среды изменяет свои физико-химические свойства. Они окисляются, легкие фракции улетучиваются, масляные фракции превращаются в гудрон. Потери легких фракций интенсивно происходят первые 15 дней, после одного месяца потери органики происходят как за счет улетучивания, так и окисления, а в дальнейшем только за счет окисления, т.е. происходит превращение всей органики в гудрон, вследствие чего увеличивается адгезионная прочность битуминозных пород.

Установлено, что при содержании битума 10 мас.% адгезионная прочность породы характеризуется небольшой величиной (0,1-0,3 кПа), максимальное значение адгезионного сцепления (1,5-2,0 кПа)

Таблица 1

Гранулометрический состав битуминозных доломитов

Показатели	Месторождение Сюкеевское							Марка щебня
Сито, мм	40	20	10	5	2,5	1,25	< 1,25	600
Масса, г	90	620	760	620	420	80	410	
Содержание, %	3	20,6	25,3	20,6	14	2,7	13,8	
Месторождение Аканское								
Сито, мм	20	15	10	5	3	Менее 3		400
Масса, г	556	602	658	459	165	400		
Содержание, %	19,6	21,2	23,2	16,1	5,8	14,1		



Таблица 2

Гранулометрический состав Сугушлинского битуминозного песчаника

Сито, мм	1,25	0,63	0,28	0,14	0,071	Общая сумма
Масса, г	10,6	34,4	151,5	3,3	0,2	200
Содержание, %	5,3	17,3	75,7	1,6	0,1	100
Полные остатки, %	5,3	22,6	98,3	99,9	100	

Модуль крупности битуминозного песчаника $M_{кр.} = 2,16$

достигается при содержании битума более 30 мас.% и температуре 40 °С, затем уменьшается.

Для определения возможности применения битуминозных пород при изготовлении асфальтобетона нами изучались физико-механические свойства битуминозных доломитов и песчаников (таблицы 1 и 2).

Как видно из данных таблиц 1 и 2, битуминозные доломиты имеют марки 600 и 400, битуминозные песчаники по гранулометрическому составу и модули крупности удовлетворяют требованиям ГОСТ 8269-64.

Однако, как показывают наши исследования, использование битуминозных пород непосредственно для приготовления асфальтобетона не представляется возможным. Как было указано выше, в них содержатся летучие углеводороды, испарение которых разрушает асфальтобетонное покрытие. Поэтому природные битумы, содержащиеся в породах, необходимо довести до состояния дорожного битума непосредственно в породе путем:

- нагревания битуминозных пород до температуры, при которой улетучиваются легкие фракции;
- окисления масляных фракций в нейтральные смолы.

Используя эти битуминозные породы, нами в лабораторных условиях были изготовлены образцы асфальтобетона. Раздробленные битуминозные доломиты и песчаники предварительно окислялись при температуре 160 °С в течение часа с подачей воздуха. Окисленные битуминозные породы и минеральный порошок отвешивались в заданных количествах и помещались в емкость, затем при систематическом перемешивании нагревались до температуры 140-160 °С, после чего добавлялось недостающее количество дорожного битума, нагретого в отдельной емкости до 170 °С. Вся смесь перемешивалась (3-5 мин.) до полного покрытия битумом всех зерен минерального материала. Для определения физико-механических показателей из приготовленной смеси изготавливались образцы цилиндрической формы диаметром и высотой 50,5 мм (табл. 3).

Как видно из таблицы 3, высокие физико-механические показатели образцов, изготовленных из битуминозных доломитов и песчаников, объясняются тем, что находящийся в порах природный битум в природных условиях распределен равномерно в зернах минеральных частиц и имеет хорошие связывающие с ними свойства. При этом экономия дорожного битума составляет до 30%.

Таблица 3

Физико-механические показатели образцов

Состав компонентов смеси асфальтобетона		Образцы	Объемный вес, кгс/см ³	Водонасыщение, %	Набухание, %	Предел прочности, кгс/см ² R_{20}/R_{50}	Коэффициент водостойкости
Наименование	Содержание, %						
Битуминозный доломит	47,3-50	1	2,253	2,11	0,12	50/23,6	0,97
Битуминозный песчаник	28,4-30	2	2,229	2,41	1,17		
Порошок минеральный	18,9-20	3	2,222	2,4	0,92		
Битум дорожный	5,4-5,7	4	2,232	2,97	0,19		

Примечание: Экономия дорожного битума 27,5 %



Таблица 4

Физико-механические свойства асфальтобетона

Испытуемый образец	Эталон-образец	Опыт (лабораторный)	Проба со смесителя Д-597	Переформованная вырубка
Объемный вес, г/см ³	2,23	2,22	2,23	2,24
Водонасыщение, %	2,52	1,92	1,51	1,84
Набухание, %	0,45	0,43	0,43	0,25
Предел прочности при сжатии, кгс/см ² (R _{сж})				
R ₂₀	41,9	74,3	47,3	54,5
R ₅₀	6,8	42,4	17,2	11,8
То же водонасыщенных образцов, кгс/см ²	34,1	68,1	48,0	52,8
То же через 15 дней, кгс/см ²	29,7	37,2	28,7	26,6
Коэффициент водостойкости	0,82	0,91	1,01	0,97

Нашими исследованиями установлено, что оптимальным режимом окисления природных битумов непосредственно в битуминозных породах является режим при температуре 160 °С, продолжительности окисления 1 час и скорости подачи воздуха 1000 м³/мин. на одну тонну битума.

Нами совместно с трестом «Каздорстрой» с использованием Шугуровских битуминозных песчаников (10 тонн) в производственных условиях на смесительной установке Д-597 был изготовлен и уложен асфальтобетон на проезжей части дороги на улице Ярмарочной (около цирка) в качестве верхнего слоя на площади 250х5 м². Результаты приведены в таблице 4.

Технологический процесс приготовления асфальтобетона на основе битуминозных песчаников осуществлялся следующим образом: дробленый песок карьера «Бимери» через сушильный барабан при температуре 350 °С в количестве 280 кг направлялся в смеситель, сюда же холодным ковшовым элеватором подавался битуминозный песчаник в количестве 320 кг с температурой 25 °С, при смешивании данных компонентов происходило высушивание, окисление и удаление легких фракций из битуминозных песчаников, при достижении температуры сухой смеси 140-160 °С добавлялось 42 кг дорожного битума и осуществлялось перемешивание в течение 90 сек.

Технологическая схема приготовления асфальтобетона не изменилась, единственным отличием является увеличение продолжительности перемешивания и подачи дополнительного воздуха для окисления масляных фракций.

Установлено, что на основе Шугуровских битуминозных песчаников целесообразно

изготавливать песчаный асфальтобетон типа Д марки Ш (ГОСТ 9128-76) следующего состава: дробленый песок «Бимери» - 47,0 %, битуминозный песчаник - 53,0 %, дорожный битум - 7%. При этом экономия дорожного битума достигает 26,3%.

По истечении трех лет нами производились замеры уровня истираемости асфальтобетона, уложенного по предлагаемой и существующей технологиям. Оказалось, что уровень асфальтобетона по существующей технологии на 10-15 мм ниже, чем по предложенной. При этом растрескивание асфальтобетона не обнаруживалось, т.к. природные битумы морозоустойчивы и температура их застывания составляет до -10...-16°С, а температура размягчения 37...58°С. Асфальтобетон отличается высокой теплоустойчивостью, водостойкостью, хорошо укатывается и уплотняется.

Кроме того, битуминозные песчаники с содержанием природного битума менее 1,0 % являются хорошим материалом для нижнего слоя дорожной одежды. Коэффициент фильтрации для таких битуминозных песчаников составляет до 8 м/сут.

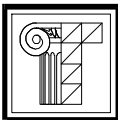
Несмотря на несметное богатство природных органно-минеральных ресурсов и их высокие качества для дорожного строительства, эти месторождения не разрабатываются, а дорог как не было, так и нет. Правительство ищет частных инвесторов. Ни один инвестор не будет заниматься разработкой месторождений битуминозных пород, так как освоение требует огромных капитальных затрат, а прибыль появится не раньше, чем через 3-5 лет. Освоение месторождений полезных ископаемых – дело государственное, и только государство может контролировать эффективную разработку и



мониторинг окружающей среды, заниматься строительством высококачественных и долговечных автомобильных дорог.

Литература

1. Газизуллин Р.Г. Технологические основы рудничной разработки и комплексной переработки битумоносных пород. – Казань: Изд-во «Плутон», 2002. – 392 с.
2. Газизуллин Р.Г. Комплексное использование битумоносных пород. // Горный журнал, 1994, №7. – С. 73-74.
3. Газизуллин Р.Г. Исследование прилипаемости битуминозных песчаников. // Горный журнал, 1984, №6. – С. 3-5.
4. Газизуллин Р.Г., Напалков В.Н., Успенский Б.В. Изучение физико-механических характеристик битуминозных песчаников Татарии. / В кн.: Нефтебитуминозные породы. Перспективы использования. – Алма-Ата: Наука, 1982. – С. 62-67.
5. Газизуллин Р.Г., Садреев А.М., Муслимов Р.Х. Ново-Шугуровские битуминозные песчаники – объект для открытой разработки. / В кн.: Проблемы вовлечения в топливно-энергетический баланс страны новых видов энергоресурсов. – М.: Недра, 1980. – С. 342-349.



УДК 628.334.5.33643

А.А. Адельшин – аспирант

А.Б. Адельшин – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой

Л.Р. Хисамеева – доцент

И.Г. Шешегова – доцент

Кафедра водоснабжения и водоотведения

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

БЛОЧНАЯ УСТАНОВКА ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАКРУЧЕННЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ

Одним из наиболее крупных водопотребителей и объектом образования нефтесодержащих сточных вод является нефтяная промышленность, в которой более 90% нефти добывается на месторождениях, разрабатываемых с использованием методов заводнения продуктивных нефтяных пластов с целью поддержания пластового давления (ППД). Обводненность добываемой нефти в среднем по стране превышает 80%. На установках промысловой подготовки нефти от нефти отделяется вода, образуются пластовые нефтесодержащие (нефтепромысловые) сточные воды (НСВ), объем которых по стране составляет более 1,2 млрд. м³ в год, в т.ч. более 150 млн. м³ в Республике Татарстан, которые используются в системах заводнения, что является одним из наиболее эффективных методов повышения нефтеотдачи пластов, позволяет значительно сократить потребление пресных вод, решить проблемы защиты окружающей среды от загрязнений на промыслах.

Внедрение промышленных методов обустройства нефтяных месторождений предусматривает широкое применение оборудования, аппаратов, установок для очистки нефтепромысловых сточных вод (НСВ) в блочном исполнении с высоким эффектом очистки и высокой единичной мощностью аппаратов, установок при ограниченном объеме, герметичность, транспортабельность и высокую индустриальность в изготовлении и монтаже.

Основными направлениями являются: создание и совершенствование новых методов, аппаратов, установок очистки НСВ; совершенствование конструкции распределительных и сборных устройств и улучшение гидродинамики потока в отстойниках; интенсификация и совершенствование технологических процессов, в т.ч. применение специальных конструкций и устройств для предварительного разрушения бронирующих оболочек и укрупнения капель эмульгированной нефти; разработка методов расчета, конструирования, проектирования, строительства и эксплуатации сооружений очистки НСВ.

В основе практически всех методов работы

сооружений, аппаратов очистки вод определяющее место занимают: количественные, качественные и режимные параметры воды; гидродинамические процессы, происходящие как в самих сооружениях, аппаратах, так и в коммуникациях (трубопроводы, местные сопротивления и т.д.); требования к качеству воды.

Сущность и успешность процесса очистки НСВ заключаются в достаточно полном и быстром снижении агрегативной и кинетической устойчивости НСВ, главным образом, путем разрушения адсорбционной бронирующей оболочки на каплях дисперсионной фазы (нефти), предшествующего слиянию, укрупнению (коалесценции) их. При этом глубина и скорость процесса очистки НСВ определяются степенью разрушения указанной оболочки на каплях нефти, режим движения НСВ, обеспечивающий укрупнение этих капель. Эти процессы осуществляются наиболее полно и интенсивно при определенной степени турбулизации потока НСВ в полости различных гидродинамических каплеобразователей.

Процесс очистки НСВ для целей заводнения нефтяных пластов сводится к удалению из них до требуемого уровня нефти (60 мг/л) и механических примесей (50 мг/л) [1].

Исследованиями созданы устройства и технология очистки НСВ, которые предусматривают предварительную обработку исходных НСВ с целью разрушения бронирующих оболочек на каплях нефти, укрупнение капель нефти и уменьшение полидисперсности капель нефти за счет гидродинамической обработки исходной НСВ в гидроциклонах, гидроциклонах каплеобразователях, крупнозернистых саморегенерирующих коалесцирующих фильтрах (насадках), закрученных потоках. Технология реализована в установках очистки НСВ по схемам: гидроциклон - отстойник, гидроциклон - насадка - отстойник, струйный каплеобразователь - отстойник, гидроциклон - цилиндрические камеры закрученного потока - насадка - отстойник (БГКО) и др. [2].

Высокий и стабильный эффект очистки НСВ может



быть достигнут за счет предварительной гидродинамической обработки ее в закрученном потоке, осуществляемой последовательно во всех областях закрученного течения: расширения закрученного потока, стабильного закрученного течения, затухания закрученного течения, переходного осевого потенциального течения, переходного осевого потенциального течения, тороидальных зон обратных токов, рециркуляционных зон; энергия потока максимально используется для наиболее полной реализации всех стадий механизма разрушения НСВ. Вследствие этого увеличивается глубина очистки и сокращается продолжительность очистки в 1,5-2 раза по сравнению с аналогами [3].

Ниже приведена принципиальная технологическая схема (рис.) полноблочной опытно-промышленной установки (станции) БГКО-3000, производительностью 3000 м³/сут [3].

Установка (станция) БГКО-3000 предназначена для очистки НСВ с целью заводнения нефтяных пластов и состоит из блока гидроциклон - камеры сливов – насадка - отстойник I, емкости для очищенной воды II, емкости уловленной нефти III, насосов перекачки очищенной воды IV из емкости II на кустовую насосную станцию (КНС), насоса для перекачки уловленной нефти V из емкости III на установку подготовки нефти (УПН), насоса для подачи промывной воды VI из емкости II в напорную систему смыва 31, запорно-регулирующей арматуры и коммуникаций технологических трубопроводов.

Установка работает следующим образом. Исходная НСВ, содержащая нефть и механические примеси, по трубопроводу 1 под напором подается через напорное трубчатое распределительное кольцо 2 в гидроциклоны 3.

В гидроциклонах 3 осуществляется гидравлическая обработка НСВ в поле центробежных сил, в результате чего разрушаются бронирующие оболочки на частицах нефти и стабилизированные агрегаты из механических примесей, происходит укрупнение капель нефти, увеличивается монодисперсность внутренней нефтяной фазы эмульсии, а также происходит разделение НСВ на два потока эмульсии: поток из верхних сливов 5 гидроциклонов 3 поступает в цилиндрические камеры 7, а поток из нижних сливов 6 - в цилиндрические камеры 8. Потоки эмульсии поступают в цилиндрические камеры 7 и 8 в виде закрученных струй, при этом увеличивается время гидродинамической обработки эмульсии в закрученном поле массовых, а также поверхностных сил, энергия которых используется для наиболее полной реализации всех стадий механизма разрушения нефтяной эмульсии (деформация и разрушение бронирующих оболочек на глобулах нефти; сближение, столкновение капель; слияние и укрупнение (коалесценция) капель; концентрация, осаждение капель; выделение дисперсной фазы в виде

сплошной фазы – расслоение, разделение эмульсии на нефть и воду), и, как следствие, повышается эффективность очистки НСВ. Далее из цилиндрических камер 7 поток эмульсии поступает в напорное трубчатое сборное кольцо 9, а далее по трубопроводу 39 в распределитель 17, и из него в виде равномерно распределенного потока в слой высококонцентрированной по нефти эмульсии 23 (т.е. в зону турбулентного перемешивания 24), где происходит интенсивная коалесценция капель нефти, переход укрупнившихся капель нефти в слой уловленной нефти 26, контактная очистка НСВ от нефти. Поток эмульсии из цилиндрических камер 8 поступает в напорное трубчатое сборное кольцо 10 и далее по трубопроводу 40 в распределитель 18, а из него в виде равномерно распределенного потока непосредственно у нижней поверхности слоя нефти 26, т.е. в зоне турбулентного перемешивания 24. Потоки, выходящие из распределителей 17 и 18, интенсивно перемешиваются в слоях высококонцентрированной по нефти эмульсии 23 и нефти 26, что также повышает эффективность контактной очистки НСВ. При этом в слое высококонцентрированной эмульсии 23 в режиме турбулентного перемешивания происходит интенсивная коалесценция нефтяных капель, переход их в слой уловленной нефти 26. Уловленная нефть по мере накопления через нефтесборники 33, 34 отводится по трубопроводам 33' и 34' в емкость уловленной нефти III, откуда насосом V перекачивается на УПН.

Для удаления накопившегося осадка со дна отстойника 11 в напорную систему смыва 31 по трубопроводу 41 подается под напором вода, которая, вытекая из сопел, смывает осадок к сборной дырчатой системе 27, далее смытый осадок по трубопроводу 42 отводится в осадконакопитель.

Мелкодисперсные частицы нефти, вынесенные потоком воды транспортной зоны 25 из рабочей секции 15, укрупняются при фильтрации через слой коалесцирующей загрузки 12 и всплывают в буферной секции 16, накапливаются в верхней части этой секции, а далее удаляются через нефтесборник 34 и патрубок 34'.

Очищенная вода удаляется из буферной секции 16 через коллектор 35, отбойник 36 и трубопровод 43 в емкость II, откуда насосом IV на КНС для заводнения нефтяных пластов. Часть воды из емкости II по трубопроводу 41 подается в напорную систему смыва 31 насосом VI.

Накапливающийся в процессе работы станции газ в емкостях II и III отводится по трубопроводам 44, 45 на факел. Для опорожнения емкостей I, II и III предусмотрены трубопроводы 46, 47 и 48 соответственно. Емкости оборудованы в верхней части регуляторами давления.

Достоинствами установки являются высокий эффект очистки и высокая удельная производительность; комплексная гидродинамическая обработка НСВ, совмещенная с интенсивной

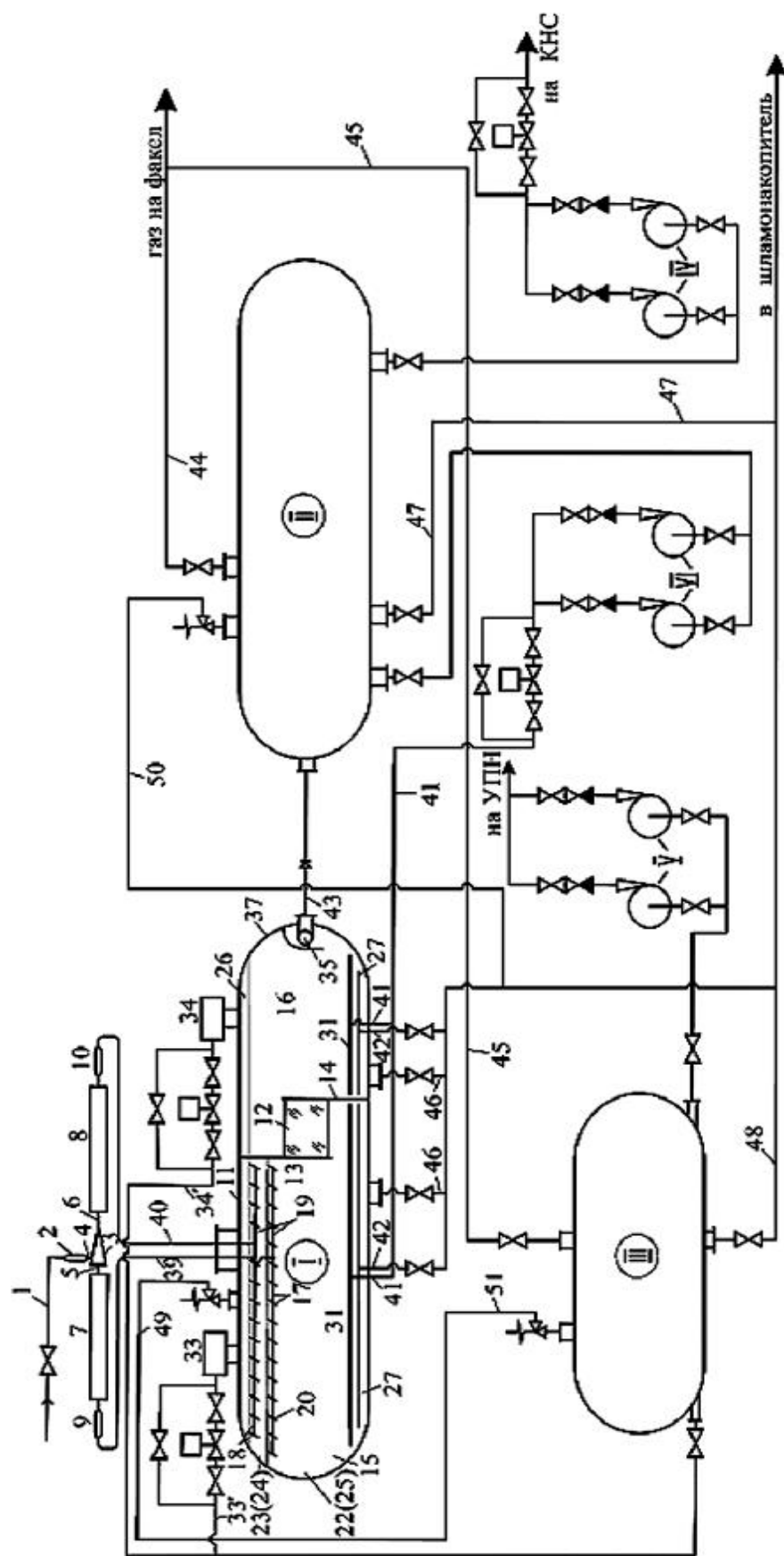


Рис. Технологическая схема станции БГКО-3000 для очистки нефтепромысловых сточных вод:

I – БГКО; II – емкость очищенной воды; III – емкость уловленной нефти; IV, V, VI – насосы, соответственно, для перекачки очищенной воды, уловленной нефти, промывной воды; 1 – трубопровод подачи исходной воды; 2 – напорное трубчатое распределительное кольцо; 3 – гидроциклон; 4 – патрубок подачи исходной НСВ; 5, 6 – отводы, соответственно, верхнего и нижнего слива; 7, 8 – цилиндрическая камера, соответственно, верхнего и нижнего слива; 9, 10 – напорное трубчатое сборное кольцо, соответственно, камеры верхнего и нижнего слива; 11 – отстойник; 12 – коалесцирующая насадка; 13, 14 – перегородки; 15, 16 – соответственно, рабочая и буферная секция отстойника; 17, 18 – перфорированный трубчатый распределитель для НСВ, соответственно, из верхнего и нижнего слива; 19, 20, 21 – соответственно, коллектор, ответвления и выходные отверстия распределительной системы; 22, 23, 26 – слои, соответственно, воды, высококонцентрированной эмульсии, уловленной нефти; 24 – зона турбулентного перемешивания; 25 – транспортная зона; 27 – сборная дырчатая система; 28 – отверстия сборной системы; 29, 30 – соответственно, коллектор и сопла системы слива; 31 – напорная система слива; 32 – коллектор сборной системы; 33, 34 – нефтесборники; 33', 34' – патрубки уловленной нефти; 35 – дугообразный равноплечный трубчатый дырчатый коллектор; 36 – дугообразный отбойник; 37 – сферический тор; 38 – отверстия; 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51 – трубопроводы; 43 – патрубок



контактной очисткой; равномерное распределение потока очищаемой НСВ, равномерный сбор очищенной воды и осадка; гидродинамическое разрушение промежуточного слоя и исключение формирования этого слоя, достаточно полное и быстрое удаление осадка при полном исключении ручного труда и простоя установок очистки, возможность удаления осадка в любое время года; улучшение условий эксплуатации устройства очистки НСВ; компактность устройства и высокоиндустриальность его в изготовлении (блок полного заводского изготовления) и монтаже, высокая экономичность; дает возможность для создания и реализации эффективной технологии очистки НСВ при наименьших материальных и энергетических затратах.

Технико-экономические показатели установки БГКО-3000:

- производительность – 3000 м³/сут; содержание в исходной (очищенной) НСВ: нефтепродуктов до 3000 мг/л (60 мг/л), механических примесей до 200 мг/л (50 мг/л); давление на входе в гидроциклоны не менее 0,4 МПа, на выходе из отстойника 0,2 МПа; занимаемая площадь

500 м²; срок строительства 25 дней; стоимость строительства в ценах 2006 года – 9232020 руб.; стоимость оборудования (отстойник типа ОГ-200, емкости очищенной воды ОГ-100 и уловленной нефти ОГ-50, насосы для перекачки очищенной воды, промывной воды, нефти) в ценах 2007 года составляет 4960050 руб.

Литература

1. Временные положения о закачке нефтепромысловых сточных вод и нагнетательные скважины систем ППД ОАО «Татнефть». – Бугульма: ТатНИПИнефть, 2004. – 15 с.
2. Адельшин А.Б. Энергия потока в процессах интенсификации очистки нефтесодержащих сточных вод. Монография. Часть 1. Гидроциклоны. – Казань, 1996. – 200 с.
3. Патент РФ №2253623 БИ №16 от 10.06.2005 г. «Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод» (Авторы: А.А. Адельшин, А.Б. Адельшин, Н.И. Потехин).



УДК 502.3:69

Р.А. Назиров – доктор технических наук, профессор

С.А. Кургуз – кандидат технических наук, старший преподаватель

И.В. Тарасов – аспирант

Институт архитектуры и строительства Сибирского федерального университета (г. Красноярск)

В.В. Коваленко – кандидат геолого-минералогических наук, руководитель межрегионального радиологического центра при ФГУЗ

В.А. Воеводин – заведующий отделением радиометрии радона

ФГУЗ “Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае”

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ЗДАНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАДОНА В ВОЗДУХЕ ПОМЕЩЕНИЙ В УСЛОВИЯХ УНИКАЛЬНОЙ РАДОНОВОЙ АНОМАЛИИ С. АТАМАНОВО КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Жилая застройка с. Атаманово Сухобузимского района представлена преимущественно одноэтажными жилыми домами типовых и индивидуальных проектов. Продолжительные исследования специалистов санитарных служб и организаций Красноярского края, а также представителей зарубежных организаций показали высокие уровни радона в воздухе жилых помещений, в десятки раз превышающие предельно допустимое значение, равное 200 Бк/м³ [1]. Наиболее высокие концентрации были зафиксированы в жилых домах №42 и №44 по ул. Связи [2, 3, 4]. В помещениях этих зданий, начиная с 1991 г., уровни содержания радона (по газу) достигали 30 000 Бк/м³ [5, 6, 7].

В результате масштабных, многолетних исследований [2, 3, 4] установлено, что среднее значение эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона в воздухе жилых и общественных зданий с. Атаманово составляет 70 Бк/м³,

что в 3 раза превышает аналогичный показатель для большинства стран мира, равный 20 Бк/м³ [4]. Это значение рассчитано на основании более 900 измерений интегральным методом (пассивная трековая радонометрия) определения ЭРОА с экспозицией каждого измерения не менее 2 недель. При этом не учитывались аномальные концентрации радона, зафиксированные в жилых домах №42 и №44, расположенных на ул. Связи. В квартирах этих домов среднегодовая ЭРОА радона в воздухе помещений достигает 4...5 кБк/м³. На рис. 1 представлены результаты двухнедельных наблюдений за содержанием радона в воздухе одного из таких домов.

Гистограмма распределения результатов измерений ЭРОА радона в воздухе помещений с. Атаманово представлена на рис. 2. Хорошо видно, что более 60 % результатов приходится на диапазон значений ЭРОА менее 50 Бк/м³. В то же время, ЭРОА радона почти 16 % помещений превышает 100 Бк/м³

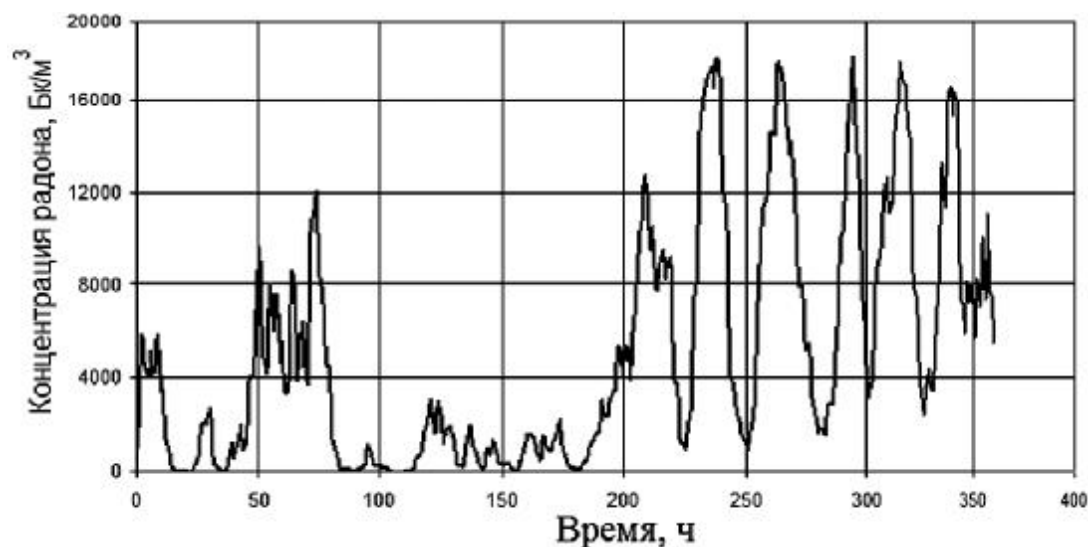


Рис. 1. Изменение концентрации радона во времени в жилом доме № 44



(для края в целом этот показатель равен 10 %), а в 7,5 % – 200 Бк/м³ (для края в целом – 4,5 %). Всего же за время обследования было выявлено более 70 квартир и помещений социально-бытового назначения с ЭРОА радона, превышающей гигиенический норматив, равный 200 Бк/м³.

При обсуждении «радоновой проблемы с. Атаманово» одним из камней преткновения является уверенность в том, что повышенное содержание радона в домах по ул. Связи обусловлено конструктивными особенностями этих зданий. С целью подтверждения или опровержения этого специалистами ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» и Института архитектуры и строительства СФУ было проведено обследование идентичных по исполнению частных жилых домов, расположенных как на незначительном удалении (до 30 м), так и на удалении свыше 5 км друг от друга. В качестве примера на рис. 3-6 показано исполнение жилых домов №№ 42, 44 и 26, расположенных в «новой» части села по ул. Связи. Подобная застройка характерна для жилой зоны в границах ул. Связи–ул. Талнахская–ул. Мичурина и представлена блокированными зданиями, имеющими следующие характеристики: конструктивная система – стеновая; строительная система – крупнопанельная; фундаменты – ленточные железобетонные; полы –

дощатые, не утепленные; наружные стены – трехслойные керамзитобетонные панели толщиной 350 мм; внутренние стены – железобетонные плиты толщиной 160 мм; перекрытия – многослойные плиты толщиной 220 мм; крыша – чердачная; кровля – двухскатная из асбестоцементных волнистых листов.

Вход в дома осуществляется через веранды в деревянном исполнении. В фундаментах предусмотрены вентиляционные отверстия, которые на момент обследования были открыты, по цоколю произведено утепление (засыпка).

Одним из условий обследования было проведение сравнительных инструментальных измерений ЭРОА радона в воздухе различными типами приборов, прошедших государственную метрологическую поверку. Измерения производили радиометром радона AlphaGUARD PQ 2000 (в качестве эталонного) и идентичными по принципу измерения аэрозольным альфа-радиометром РАА-20 П2 «Поиск» и радоновым монитором «RAMON-01». Результаты сравнительных испытаний были признаны удовлетворительными (рис. 7). Диапазон значений величины ЭРОА радона, полученных при помощи приборов различного типа, находился в пределах 15 %. На момент обследования (29.03.2006 г.) средняя величина ЭРОА радона в одном из домов составила 2600 Бк/м³.

Сравнение однотипных строений с относительно

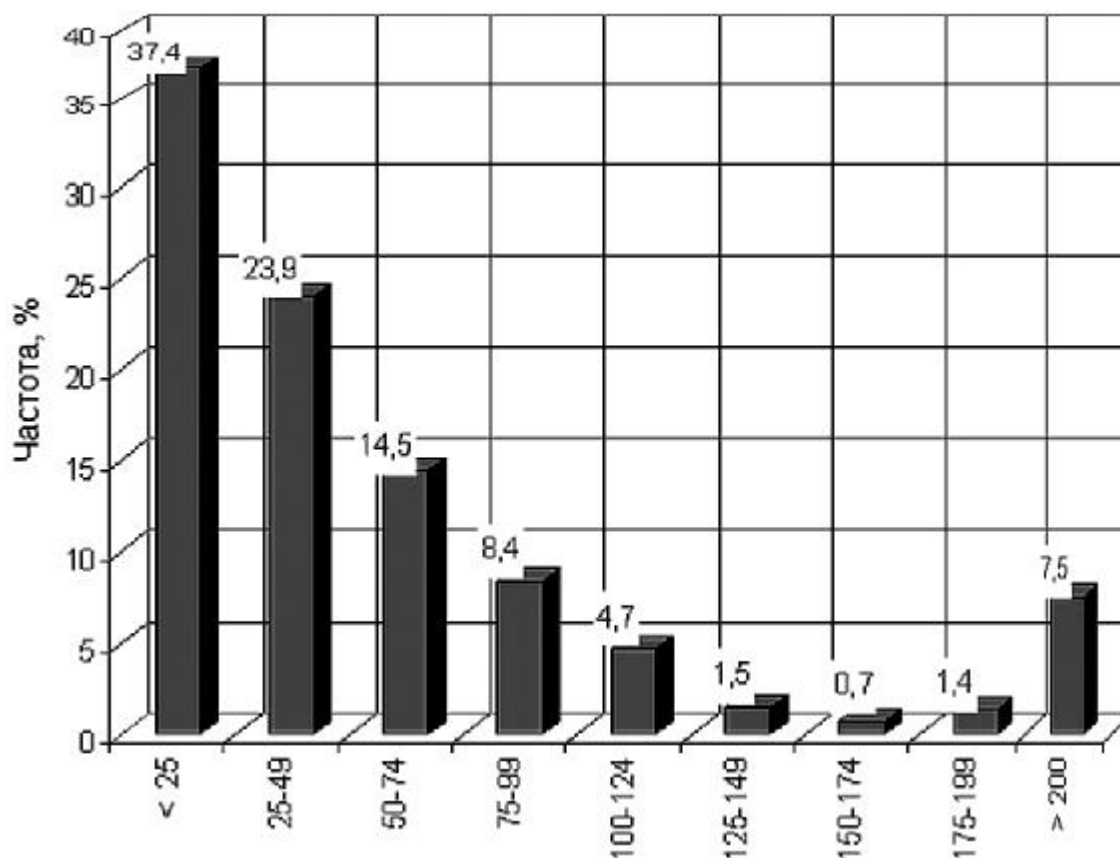


Рис. 2. Распределение результатов измерений ЭРОА радона в воздухе помещений жилого и общественного назначения с. Атаманово, Бк/м³



Рис. 3. Жилой дом, ул. Связи, 42



Рис. 4. Жилой дом, ул. Связи, 44



Рис. 5. Жилой дом, ул. Связи, 26



Рис. 6. Подпольное пространство

низким (не выше 200 Бк/м^3) уровнем содержания радона и с аномально высоким содержанием радона в воздухе помещений показало, что принципиальных отличий в конструктивных особенностях зданий не имеется. Наблюдаемые уровни ЭРОА радона в воздухе идентичных по исполнению домов №№42 и 26 по ул. Связи отличаются на три порядка. При этом в этих домах предусмотрено печное отопление, что предполагает не менее чем 3-4 кратный воздухообмен в здании в течение часа. Следует отметить также, что повышенного содержания естественных радионуклидов в строительных материалах и грунтовом основании зданий с аномально высоким и низким содержанием радона не обнаружено [8, 9].

В старой (исторической) части застройки с. Атаманово сосредоточено большое количество деревянных домов, в которых отсутствуют форточки в окнах, а также нет проветривания подпольного пространства. Однако, в отличие от «новой» части села, в этих домах содержание радона значительно ниже, даже в холодные периоды года, когда кратность воздухообмена в зданиях, как правило, минимальная.

Таким образом, становится очевидным, что

конструктивные особенности зданий с. Атаманово не являются определяющим фактором, обуславливающим повышенное содержание радона в воздухе помещений. Радоноопасность того или иного здания в этом случае определяется местоположением объекта на территории села и соответственно геологическими особенностями территории жилой застройки. В пользу этого утверждения указывает выявленная сезонная зависимость изменения активности радона в домах № 42 и №44 по ул. Связи. По данным, полученным в 1998 г., средние значения объемной активности радона за равные периоды наблюдений в ноябре и июне составили соответственно 9800 и 2550 Бк/м^3 (рис. 8). Максимальное отличие уровней радона в холодный и теплый сезоны года в этих домах достигало 250 раз [5, 6, 7].

Данное обстоятельство может быть объяснено только геологическими особенностями данной территории, поскольку для домов с. Атаманово с низким содержанием радона подобные вариации не характерны.

В настоящее время жители двух неблагополучных квартир уже отселены, получив более безопасное и



Рис. 7. Проведение сравнительных инструментальных измерений ЭРОА радона в воздухе жилого дома №42 по ул. Связи (29.03.2006 г.). AlphaGUARD PQ 2000 (слева), PAA-20 П2 «Поиск» (справа)

равноценное по стоимости жилье. Это первый случай отселения жителей из домов с высоким уровнем радона на территории России.

Таким образом, осуществлять строительство жилых и общественных зданий на радоноопасных территориях без проектирования противорадоновой защиты недопустимо. Необходимо отметить, что затраты на проведение защитных мероприятий для зданий после завершения их строительства чрезвычайно высоки и могут составлять до 1/10 от общей стоимости строительства, без учета средств на компенсацию затрат жильцам или персоналу при их временном переселении или предоставлении им равноценной жилплощади и служебных помещений. Вместе с тем, следует принимать во внимание весомый ущерб, наносимый здоровью жильцов.

В соответствии с требованиями «Норм радиационной безопасности (НРБ-99)» установлен предел для среднегодовой ЭРОА в воздухе проектируемых и сдаваемых в эксплуатацию жилых и общественных зданий, равный 100 Бк/м³. Одним из условий выполнения этого требования является проведение предпроектных радиационно-экологических изысканий на участках застройки с целью оценки их потенциальной радоноопасности по величине плотности потока радона (ППР) с поверхности грунта, измеряемой в мБк/(м²·с). Согласно требованиям строительных норм, средневзвешенное значение ППР с поверхности грунта в пределах застраиваемой площади участка не должно превышать 80 мБк/(м²·с) [1]. При строительстве жилых и общественных зданий на участках, где измеренные

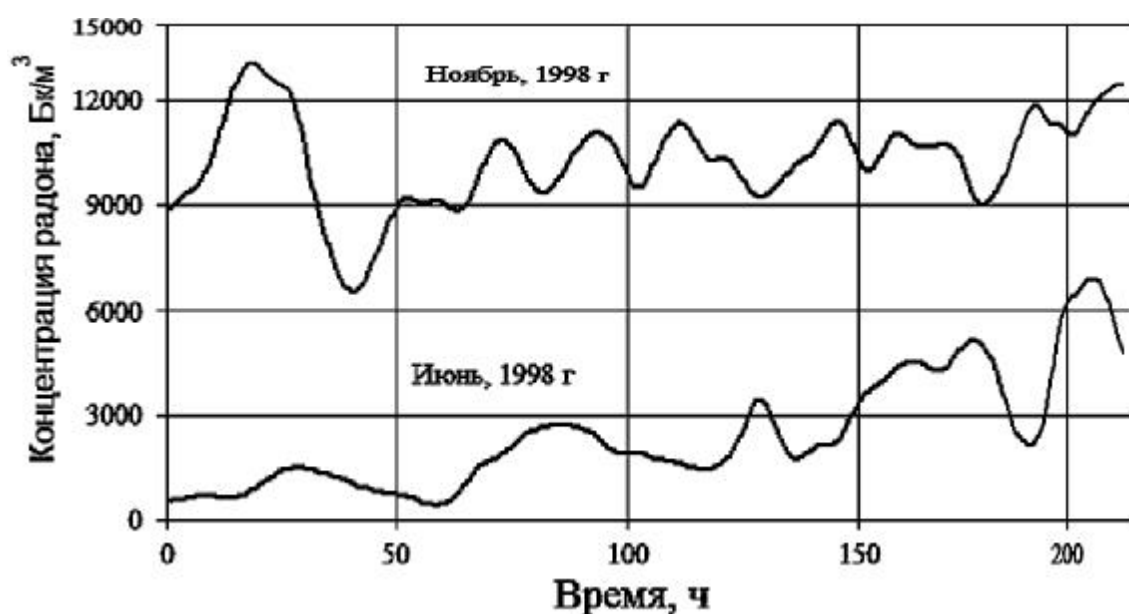


Рис. 8. Сезонные вариации уровня радона в воздухе помещений жилого одноэтажного дома в с. Атаманово



значения ППР превышают допустимый уровень, должна предусматриваться специальная противорадоновая защита зданий, проектируемая по рекомендациям специализированных организаций.

Литература

1. СП.2.6.1.758-99 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Санитарные нормы и правила / Минздрав России. – М., 1999. – 115 с.
2. Отчет о результатах изучения особенностей геологического строения территории с. Атаманово, оказывающих влияние на ее радоноопасность: отчет о НИР / ФГУ «Центр госсанэпиднадзора в Красноярском крае»; отв. А.Ф. Спичкин. – Красноярск, 2003.
3. Арефина Л.Г. Радон в воздухе помещений городов Красноярского края / Л.Г. Арефина, В.А. Воеводин, В.В. Коваленко, С.А. Кургуз, Н.В. Силютин // Здоровье населения и среда обитания: информ. бюл. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора, 2000, № 4 (84). – С. 8-10.
4. Четкин В.А. Пояснительная записка к картам прогноза радиационного состояния территории Красноярского края по естественным радионуклидам масштабов 1:100000, 1:500000 и 1:100000 / В.А. Четкин, В.А. Домаренко // Материалы к региональной целевой программе снижения уровня облучения населения и производственного персонала Красноярского края от природных радиоактивных источников на 1994-1996 годы (программа «Радон»). – Красноярск, 1994.
5. Арефина Л.Г. Природный газ радон как источник повышенной радиационной опасности для населения Красноярского края на примере радоновой аномалии в с. Атаманово / Л.Г. Арефина, В.А. Воеводин, В.В. Коваленко, С.А. Кургуз, В.А. Четкин // Природно-техногенная безопасность Сибири: В 2 т. Т.1. Современные методы математического моделирования природных и антропогенных катастроф: тр. науч. мероприятий. Доклады II Всероссийской конф. «Проблемы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций». – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2001. – С. 15-16.
6. Арефина Л.Г. Уникальная радоновая аномалия в с. Атаманово / Л.Г. Арефина, М.В. Болотова, В.А. Воеводин, В.В. Коваленко, С.А. Кургуз // Материалы II Междунар. конф. «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека», 18-22 октября 2004 г. – Томск: Изд-во «Тантем-Арт», 2004. – С. 52-54.
7. Кургуз С.А. Вариации мощности дозы внутри помещений в домах с аномальным уровнем радона в воздухе / С.А. Кургуз, В.А. Воеводин, М.В. Болотова, В.В. Коваленко // «Ученые – юбилю вуза»: сб. науч. тр. – Красноярск: КрасГАСА, 2002. – С. 61-70.
8. Болотова М.В. Радон в Красноярском крае: изучение радоноопасности и проблемы радонозащиты / М.В. Болотова, В.А. Воеводин, С.А. Кургуз // Материалы Междунар. конф. «Сопряженные задачи механики, информатики и экологии». – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004. – С. 35-36.
9. Григорьев А.И. Современная радиационная обстановка в пойме р. Енисей в зоне наблюдения горно-химического комбината / А.И. Григорьев, В.В. Коваленко, С.Б. Костригин, С.А. Кургуз, В.А. Четкин // Материалы конф. 19-21 апреля 2006 года «Социальные проблемы инженерной экологии, природопользования и ресурсосбережения». Вып. XII. – Красноярск: ООО «Издательский центр «Платина», 2006. – С. 44-50.



УДК 625/7/8:504

А.А. Скибинская – кандидат химических наук, доцент кафедры химии и инженерной экологии
в строительстве

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МОНИТОРИНГА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ КАК ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Одной из глобальных задач развития цивилизации является обеспечение оптимальных условий жизнедеятельности населения планеты. К сожалению, наряду с другими антропогенными воздействиями, загрязнение окружающей среды от дорожно-автомобильного комплекса постоянно возрастает. Стоит отметить, что в крупных городах доля выбросов от автотранспорта превышает доли выбросов от стационарных источников загрязнения, таких как заводы, ТЭЦ и т.д. Ориентировочно доля выбросов автотранспортом от общего объема загрязнения населенных пунктов составляет: в Казани – 55-65%, Набережных Челнах – 65-75%, Альметьевске – 65-70% и т.д. В ряде исследований выявлена зависимость здоровья населения от загрязнения, связанного с автомобильным транспортом. Например, с начала 90-х годов, т.е. с момента стремительного роста количества транспортных средств, в Москве отмечается увеличение заболеваемости населения ишемической болезнью сердца. Динамика уровня заболеваемости населения ишемической болезнью сердца, а также хроническим бронхитом коррелирует с динамикой увеличения количества автотранспорта. В этой связи улучшение здоровья населения неразрывно связано с решением экологических проблем окружающей среды, которая непосредственно влияет на состояние здоровья людей.

Путей решения проблемы на сегодняшний день достаточно, но необходимо разработать систему мероприятий, которая обеспечила бы максимальный эффект. Поэтому для оценки экологического состояния автомобильных дорог необходима разработка научного обоснования мониторинга АДК.

Понятие экологического мониторинга, несмотря на частую употребляемость, не до конца четко очерчено, в природоохранной деятельности существуют четкие определения и классификации мониторинга: “Экологический мониторинг – информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов” (Ю.А. Израэль, 1984 г.).

Представлялось, что организованная таким образом Система экологического мониторинга должна накапливать, систематизировать и анализировать информацию: о состоянии окружающей среды; о

причинах наблюдаемых и вероятных изменений состояния (т.е. об источниках и факторах воздействия); о допустимости изменений и нагрузок на среду в целом; о существующих резервах биосферы. Реальная ситуация оказалась намного сложнее. Зачастую не удавалось четко определить реальную причину происходящих в окружающей среде изменений. Выявление реальной причины становилось предметом серьезных исследований, а не действия системы. По этой причине формулировки определения экологического мониторинга претерпели изменения. Так, Государственный доклад “О состоянии окружающей природной среды в РФ в 1995 г.” определяет экологический мониторинг следующим образом: комплекс выполняемых по научно обоснованным программам наблюдений, оценок, прогнозов и разрабатываемых на их основе рекомендаций и вариантов управленческих решений, необходимых и достаточных для обеспечения управления состоянием окружающей природной среды и экологической безопасностью. Придорожная полоса в результате движения транспортных потоков превращается в зону с аномально высоким уровнем энергии, повышенным содержанием загрязняющих веществ по сравнению с прилегающей местностью. Кроме того, автомобильные дороги как линейные инженерные сооружения вносят существенные изменения в природный ландшафт, активизируют процессы водной и ветровой эрозии земель. Транспортный поток вызывает микросейсмические колебания почвы, которые стимулируют оползневые явления и т.д. Приведенные примеры свидетельствуют о необходимости разработки методов комплексной оценки и прогнозирования последствий взаимодействия как отдельно взятой автомобильной дороги, так и дорожной сети с окружающей средой. Основы общего системного подхода к взаимодействию АДК с окружающей средой предложены И.Е. Евгеньевым и А.А. Мироновым. По их мнению, процесс взаимодействия дороги со средой формирует несколько основных групп связей:

- взаимодействие дороги как технического сооружения с окружающими экосистемами;
- воздействие на окружающую среду технологических процессов строительства и эксплуатации дороги;



- расходование природных ресурсов: земельной площади, естественных материалов (потребление ресурсов).

Каждая из этих связей оказывает влияние на литосферу (геологическая среда), атмосферу (воздушный бассейн), гидросферу (поверхностные и грунтовые воды), биосферу (флора и фауна), антропогенные образования (с/х производства, селитебные территории). Но зачастую исследования транспортного загрязнения среды осуществляются как частные задачи без учета их комплексного взаимодействия. Для определения комплексного взаимодействия вредного воздействия АДК на окружающую среду можно использовать как базовую – матрицу Леопольда.

Для определения качественной оценки воздействия по строкам в этой матрице приводятся возможные виды воздействия, а в столбцах – параметры окружающей среды, подвергающиеся воздействию. В местах пересечения строк и столбцов указываются оценки величины амплитуды воздействий и важности данного воздействия в виде оценочных баллов.

Для количественного определения воздействия, для уменьшения эффекта субъективной точки зрения эксперта, вместо баллов возможно использовать коэффициент экологической безопасности (это средневзвешенный показатель суммы фактических и расчетных показателей уровней загрязнений к ПДК соответствующих контаминантов). Он является интегрируемой величиной, базирующейся на частных показателях уровней загрязнения атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и грунтовых вод.

Суммарная относительная концентрация вредных веществ в атмосфере в зоне влияния дороги не должна превышать 1,0.

$$\sum C_i / \text{ПДК}_i < 1,$$

т.е.

$$C_1 / \text{ПДК}_1 + C_2 / \text{ПДК}_2 + C_3 / \text{ПДК}_3 < 1,$$

где C_1, C_2, C_3 – фактическая концентрация загрязняющих веществ, мг/м³;

$\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \text{ПДК}_3$ – предельно-допустимые концентрации указанных веществ, мг/м³.

При оценке степени загрязнения почвы придорожной полосы свинцом его концентрация не должна превышать предельно допустимую. В этом случае:

$$C_{\text{рв}} / \text{ПДК}_{\text{рв}} < 1$$

Аналогичное условие должно выполняться и при

оценке акустического загрязнения (дБа):

$$L_{\text{экв}} / \text{ПДУ} < 1,$$

где $L_{\text{экв}}$ – эквивалентный уровень транспортного шума, дБа.

Т.е. эти условия учитывают доли ПДК загрязнителей над подстилающей поверхностью, доли ПДК свинца в почве, доли ПДУ шума от транспортных средств.

Коэффициент экологической безопасности K_3 представляет собой средневзвешенный показатель отношения суммы фактических или расчетных значений уровня загрязнения (с учетом степени опасности загрязняющего вещества) к сумме ПДК по всем загрязняющим веществам

$$K_3 = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \frac{C_3}{\text{ПДК}_3} + \frac{P_{\text{рв}}}{\text{ПДК}_{\text{рв}}} + \frac{L_{\text{экв}}}{\text{ПДУ}} \leq 1 \quad (1)$$

Следовательно, для определения матрицы Леопольда, характеризующей суммарный эффект от загрязнения, необходимо получить значения параметров K_{3i} . И на пересечении элементов столбца и строки вычисляются значения элементов K_{3i} , которые сравниваются с 1. В результате оценочных расчетов элементов матрицы Леопольда можно выделить определенную ширину зоны влияния автодорог, отвечающую условию 1. Если ширина полосы превышает рекомендованную, то следует предусмотреть соответствующие организационно-технические или конструктивные решения, снижающие составляющие параметры матрицы.

Итак, для оценки экологической безопасности автомобильной дороги можно использовать матрицу Леопольда, которая имеет ряд преимуществ: простоту составления, возможность учета любого количества факторов и воздействий, возможность комплексной оценки взаимодействия дороги с окружающей средой.

Литература

1. Подольский В.П., Артюхов В.Г., Турбин В.С. и др. Автотранспортное загрязнение придорожных территорий. – Воронеж: Изд-во Воронежского государственного университета, 1999. – 264 с.
2. Немчинов М.В., Систер В.Г., Силкин В.В. Охрана окружающей природной среды при проектировании и строительстве автомобильных дорог: Учебн. пособие. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2004. – 240 с.



УДК 574

А.В. Шарафутдинова – кандидат технических наук, доцент
Кафедра химии и инженерной экологии в строительстве
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ЗНАЧЕНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Информация о состоянии и изменении окружающей среды используется людьми для планирования своей деятельности в любом секторе экономики.

Человек издавна применял метод наблюдений, как способ познания, основанный на длительном и регулярном восприятии предметов и явлений. Впервые образцы организации наблюдений за природой описаны в научном труде Гая Плиния (1 век н. э.) «Естественная история». Это объемный труд, содержащий интересные сведения по географии, зоологии, ботанике, медицине и истории.

Всегда важно обладать полной и достоверной информацией о наблюдаемом объекте для того, чтобы в дальнейшем прогнозировать возможные изменения окружающей среды.

Строительство является одним из мощных антропогенных факторов воздействия на окружающую среду. Это воздействие разнообразно по своему характеру и происходит на всех этапах строительной деятельности – начиная с производства строительных материалов и кончая эксплуатацией готовых строительных объектов.

Степень экологической обоснованности проектов строительства во многом зависит от постоянной и целенаправленной работы по изучению влияния различных факторов на всех стадиях строительных работ. С этой целью проводится мониторинг окружающей среды и на его основе дается оценка и рекомендации по введению тех или иных объектов.

Добиваясь качественного ведения мониторинга, необходимо очень четко выделять основные этапы его проведения.

Первый этап можно назвать ключевым. Это выделение объекта наблюдения. На этом этапе возможны ошибки наблюдателя при определении размеров, площади, объема объекта.

Второй этап заключается в предварительном обследовании объекта наблюдения. Для правильного анализа исходного состояния иногда требуется много времени.

Третий этап представляет собой составление информационной модели будущего объекта. Это очень важная стадия, так как при составлении модели необходимо учитывать основные характеристики и свойства объекта, ключевые параметры среды и факторов воздействия, в том числе – антропогенных.

Четвертый этап – планирование измерений – строится на основе существующих требований к используемым средствам и методам измерений, частоте отбора проб и др.

После проведения измерений и анализа взятых проб проводится пятый этап – оценка состояния объекта и идентификация его математической модели. Этот этап позволяет выявить возможные ошибки предыдущих шагов и при некачественно проведенной работе исследователь иногда возвращается на первый этап, если границы и объемы объекта выбраны неверно, или на третий этап, если информационная модель составлена без учета важных характеристик объекта или некоторых факторов воздействия.

Шестой этап требует от исследователя высокой квалификации, знаний и опыта наблюдателя. На этой стадии проводится прогнозирование изменения состояния среды и природных систем. На основе этого анализа в дальнейшем государственными службами или ведомствами даются рекомендации для проведения определенных мероприятий по защите окружающей среды от негативных воздействий антропогенного характера.

Последний этап мониторинга – представление информации потребителю. На этой стадии не всегда важная и достоверная информация доводится до граждан, хотя такое право гарантируется каждому россиянину Конституцией РФ.

Осуществление экологического мониторинга входит в обязанности различных государственных служб: Росгидромет, Министерство природных ресурсов, Рослесхоз, Госстрой и др. Это часто приводит к некоторой неопределенности в разделении обязанностей госслужб и дублированию ими одних и тех же функций. Ситуацию усугубляют периодические перестройки министерств и ведомств.

Для того, чтобы эффективно использовать сведения, уже полученные отдельными организациями, важно учитывать их производственную деятельность и правильно выбирать уровни экологического мониторинга.

Система мониторинга реализуется на нескольких уровнях, которым соответствуют специально разработанные программы.

Экологические мониторинги могут проводиться на уровне города, района, области, промышленного объекта и др. Выделяют локальный, региональный и федеральный уровни мониторинга.

Локальный уровень очень точный. Здесь накапливается и анализируется детальная информация о конкретных источниках загрязнения и их воздействии на окружающую среду.



Региональный уровень объединяет несколько районов, населенных пунктов или промышленных предприятий. На этом уровне близко расположенные источники выбросов «сливаются» в один групповой источник. Итоговый результат получается усредненным и отражает общий вклад источников эмиссий в картину загрязнений.

На федеральном уровне наблюдается еще большее обобщение информации, т.к. крупные промышленные центры и территориальные объединения выступают в качестве локальных источников.

В зоне влияния источников загрязнений организуется регулярное наблюдение за объектами и параметрами среды.

Наиболее изучаемым объектом наблюдения является атмосфера, ее химический состав, количество и качество твердых и жидких осадков, а также тепловое и влажностное загрязнение воздуха.

При исследовании гидросферы внимание уделяется химическому составу поверхностных и подземных вод, количеству и скорости накопления взвесей и донных отложений в водоемах, тепловому загрязнению поверхностных и грунтовых вод.

Почва – постоянный объект мониторинга. По специальным методикам ведется контроль и наблюдения за химическим составом деятельного слоя почвы.

Кроме этих традиционных объектов, экологический мониторинг исследует достаточно сложные экологические системы, объединения организмов, социальные среды территориальные субъекты и др., такие как: биота, урбанизированная среда и население.

Эти объекты исследования обладают сложной структурой, иерархией и требуют проведения мониторинга по специально разработанным программам. Наблюдения проводят биологи, зоологи, медики, почвоведы, микробиологи, социологи и другие специалисты.

Целью любого мониторинга является соответствие уровня проводимых исследований требованиям экологической безопасности и качества окружающей среды.

Первоочередными задачами являются:

- наблюдения за источниками антропогенного воздействия;
- наблюдения за факторами воздействия;
- оценка фактического состояния окружающей среды;
- прогноз изменения природной среды.

Достижение поставленной цели и выполнение конкретных задач мониторинга по оценке состояния опирается на традиционные знания экологического нормирования окружающей среды.

В соответствии с природоохранным законодательством РФ нормирование качества природной среды производится с целью установления предельно допустимых норм воздействия, гарантирующих экологическую безопасность населения и обеспечивающих рациональное использование

природных ресурсов. Экологическое нормирование предполагает наложение граничных условий на само воздействие и факторы среды.

Санитарно-гигиеническое нормирование охватывает все среды, различные пути поступления вредных веществ, но редко отражает комбинированное действие нескольких веществ и не учитывает эффект комплексного воздействия всего многообразия физических, химических и биологических факторов окружающей среды.

Система нормирования в области радиационной безопасности в России претерпела существенные изменения за последние годы. Основными документами, в соответствии с которыми осуществляется радиационный контроль, является Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» и «Нормы радиационной безопасности».

Экологических нормативов, устанавливающих допустимые воздействия на экосистемы, в этой области не существует. В нашей стране назрела необходимость в расширении и углублении законодательной базы, определяющей механизм обеспечения ядерной и радиационной безопасности, а также мониторинга над использованием на территории РФ радиоактивных материалов.

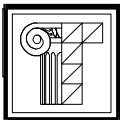
Поиск решения проблемы мониторинга радиационной безопасности становится одним из приоритетных направлений государственной деятельности в сфере охраны здоровья россиян и защиты окружающей среды.

Экологический мониторинг жизненно необходим для проведения регулярных наблюдений за природными ресурсами, животным и растительным миром, природными объектами и средами, за их использованием и влиянием на них различных искусственных объектов, антропогенных факторов и воздействий.

Основной проблемой экологического мониторинга является отсутствие Глобальной системы наблюдений с единым руководящим центром и качественным распределением функций, объемов и объектов мониторинга между работающими сегодня в этом направлении государственными службами и ведомствами.

Литература

1. Моисеев Н.Н. Экология и образование. – М.: ЮНИСАМ, 1996. – 124 с.
2. Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие. / Под ред. Т.Я. Ашихминой. – М.: Академический проспект, 2005. – 416 с.
3. Дунаевский Л.А. Экологическая сертификация. Проблемы и перспективы. // Зеленый мир, 1997, №2.
4. Стойков В.Ф. Методы экологического мониторинга в нормативно-правовых документах. // «Нефть, газ и право», 2000, №1.



УДК 378.147

С.И. Вахрушев – кандидат технических наук, доцент кафедры строительного производства
Пермский государственный технический университет

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТРУКТУРНОГО ПОДХОДА

Любая методика становится методикой лишь в том случае, если метод, положенный в ее основу, обязательно "...содержит в себе алгоритм решения задачи, обеспечен исходными данными и дает возможность решить задачу за конечное время" [1].

Алгоритм методики проведения занятия по изучению устройства строительных машин (СМ) с использованием функционально-структурного подхода [2] включает следующие этапы [рис. 1]:

1. Определение и формулировку целевой функции СМ.

2. Декомпозицию целевой функции СМ на основные и дополнительные функции с раскрытием всех функций систем, подсистем, элементов, т.е. формирование дерева функций.

3. Конструктивную реализацию функций низших уровней декомпозиции, т.е. агрегатирование, формирование структуры.

4. Формирование структуры СМ в целом, т.е. конструктивную реализацию основных и дополнительных функций дерева декомпозиции.

Все функции, реализуемые СМ как сложной системой, могут быть условно разделены на три группы:

- целевая функция СМ;
- основные (базовые) функции СМ;
- дополнительные функции СМ.

Функция, соответствующая основному функциональному назначению СМ, описывающая его основное применение, является целевой функцией и определяется из главной цели данной СМ.

Для более полного отображения и учета всех функций СМ используется многоуровневая, иерархическая структура, которая представляет собой декомпозицию целевой функции, т.е. дерево функций СМ.

В результате декомпозиции основных и дополнительных функций формируется дерево функций СМ. Каждый последующий уровень функционального представления получается из предыдущего в результате декомпозиции функций, расположенных на предыдущем уровне.

При разработке алгоритма декомпозиции необходимо обязательно учитывать требования двух основных, противоречивых принципов проведения декомпозиции:

- принципа полноты, который требует, чтобы в процессе декомпозиции было учтено все, что касается рассматриваемой СМ, чтобы набор функций был принципиально неограничен и логически полным;

- принципа простоты, требующего, чтобы число элементов дерева функции было минимальным при условии, что на тупиковых ветвях дерева должны располагаться простые элементы, и декомпозиция как можно быстрее приводила к получению элементарных функций.

При проведении декомпозиции используются компромиссы между принципами полноты и простоты [рис. 2]:

1. Оба принципа соглашаются на конечность дерева функций.

2. Рассматриваются только те функции, которые являются существенными с точки зрения цели декомпозиции.

3. Сложность дерева функций зависит от порядка и количества выбора основных функций системы.

4. Проведение декомпозиции по степени детализации каждой функции.

Проведение декомпозиции целевой функции СМ может проводиться по предлагаемому алгоритму [2]:

1. Определение целевой функции СМ.
2. Определение основных и дополнительных функций при декомпозиции целевой функции СМ.
3. Декомпозиция основных и дополнительных функций СМ.

Декомпозиция проводится последовательно для каждой основной функции и включает в себя:

- анализ основной или дополнительной функции и их декомпозицию;
- определение степени детализации описания реализуемых функций;
- формирование функциональных модулей;
- проверку на достаточность функций;
- остановку декомпозиции основной функции.

После этого предусматривается условный переход к декомпозиции следующих основных функций СМ.

4. Формирование дерева функций СМ проводится на основе декомпозиции основных функций.

5. Проверка на достаточность декомпозиции целевой функции СМ. При ограничении или неполном достижении функционального назначения СМ необходимо вновь рассмотреть достаточность определения основных функций.



Рис. 1. Алгоритм методики изучения СМ с использованием ФСП

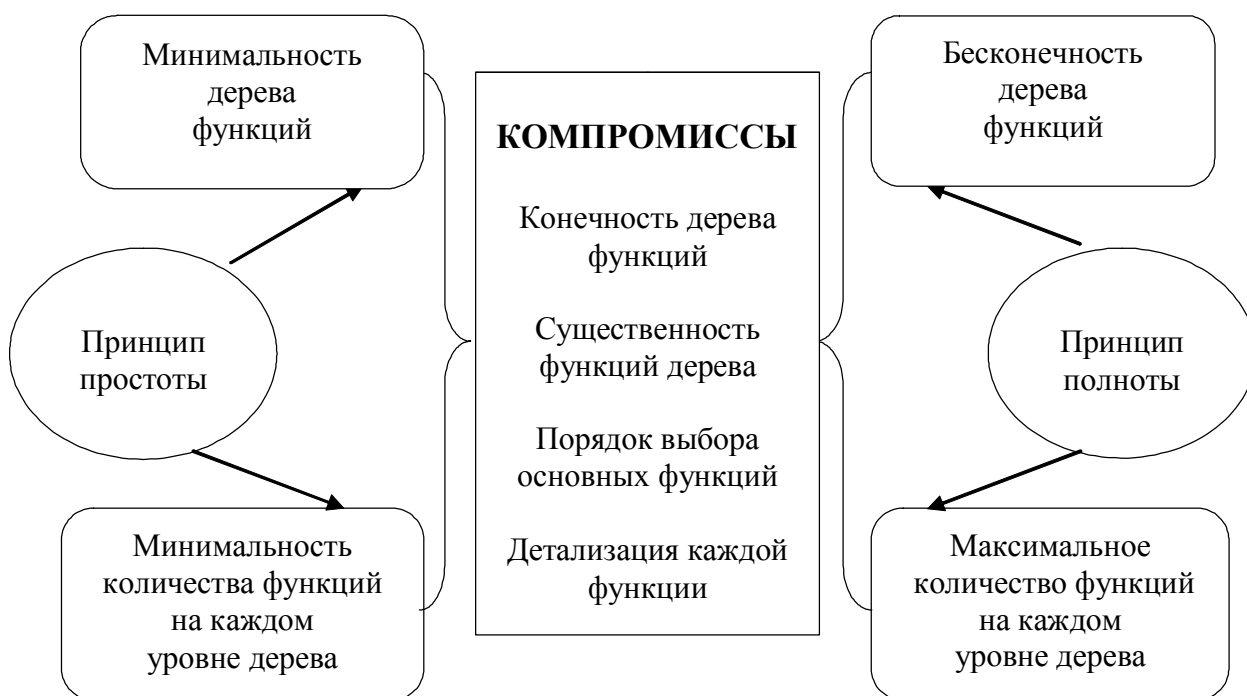


Рис. 2. Схема требования к проведению декомпозиции

6. Остановка декомпозиции, запоминание результата и графическое изображение дерева функций СМ.

В результате декомпозиции полученная модель дерева функций СМ должна полностью совпадать с функциями исходной, рассматриваемой строительной машины.

Формирование дерева функций СМ представляет собой процесс декомпозиции целевой (F^0) и множества основных и дополнительных (F^j) функций на более элементарные функции, реализуемые на последующих уровнях декомпозиции. Реализуемая на (i)-ом уровне функция (F_i^j) представляет собой одну из элементарных функций, микрофункций, по отношению к порождающей ее макрофункции (F_{i-1}^j).

Функция (F_i^j) в свою очередь рассматривается как макрофункция по отношению к функциям последующего нижнего ($i+1$)-го уровня. Следовательно, при формировании дерева функций каждая из функций конкретно взятого (i)-го уровня может рассматриваться как макрофункция по отношению к реализующим ее функциям ($i+1$)-го уровня и как элементарная функция по отношению к соответствующей функции верхнего ($i-1$)-го уровня.

Дерево функций представляется в виде развернутого графа, специальных таблиц, структурированных схем

[рис. 3], на которых функции (F_{i-1}^j), (F_i^j) и другие можно представить как функциональные модули. Стабильность состава основных функций обуславливает относительную устойчивость функций подсистем иерархической многоуровневой системы.

Конструктивная реализация основных и дополнительных функций дерева функций СМ приводит к формированию конструкционной или морфологической структуры строительной машины.

При конструктивной реализации функций необходимо подчеркнуть, что выбор исполнительных элементов и механизмов СМ проводится с учетом:

1. Описания условий эксплуатации отдельных конструктивных элементов и всей СМ.
2. Историчности элементной базы и многообразия возможного выбора элементов СМ.
3. Описания показателей качества исполнительных элементов СМ.

Для получения полной морфологической структуры изучаемой строительной машины необходимо, с учетом существующих связей, объединить морфологические структуры отдельных подсистем в структурные схемы для каждой системы более высокого уровня декомпозиции, а затем уже в структурную схему СМ.

Так, например, для построения морфологической структуры систем и в целом строительной машины по декомпозиции целевой функции СМ, представленной на рис. 3, необходимо последовательно, по результатам агрегатирования, провести:

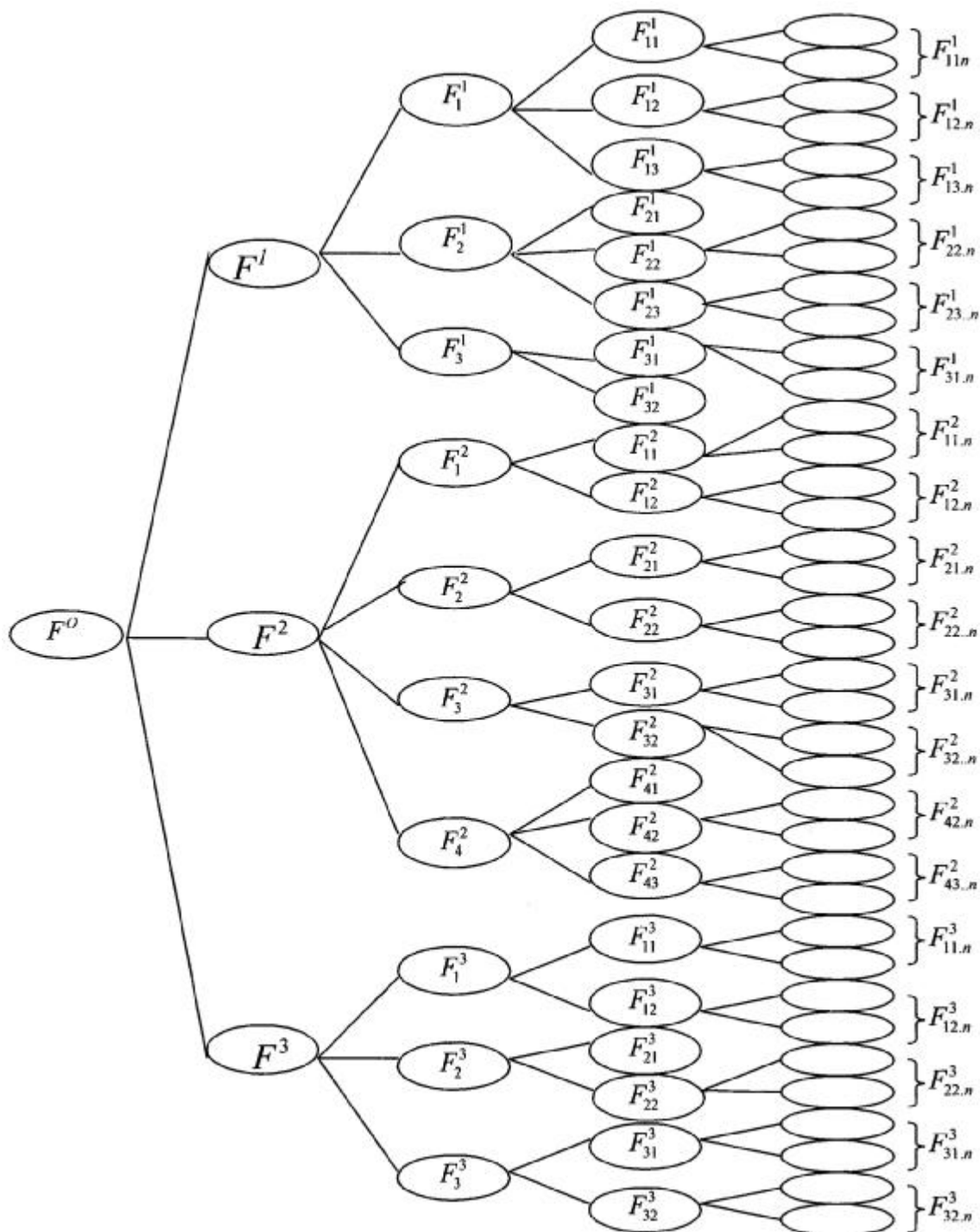


Рис. 3. Схема декомпозиции целевой функции

1. Выбор конструктивных блоков для реализации функций (F_1^1) ; (F_2^1) ; (F_3^1) и конструктивного исполнительного модуля для реализации основной функции (F^1) .

2. Выбор конструктивных блоков для реализации функций (F_1^2) ; (F_2^2) ; (F_3^2) ; (F_4^2) и конструктивного

исполнительного модуля для реализации основной функции (F^2) .

3. Выбор конструктивных блоков для реализации функций (F_1^3) ; (F_2^3) ; (F_3^3) и конструктивного исполнительного модуля для реализации дополнительной функции (F^3) .



После описания функционального назначения строительной машины и выбора всех исполнительных механизмов для реализации основных и дополнительных функций СМ преподаватель показывает, что полученная модель адекватна конструкции изучаемой строительной машины, соответствует целям изучения, учитывает все необходимые элементы и связи между ними по исполняемым функциям и составу элементов, полностью совпадает с изучаемой СМ.

Далее с учетом полученной структурной схемы преподаватель вместе со слушателями проверяет работоспособность СМ в различных режимах функционирования по принципиальной, конструктивной, гидравлической или иной схемам.

В результате проведенной работы слушатели имеют полное представление:

- о способе построения структурной схемы СМ, ее конструктивной реализации;
- уясняют устройство строительной машины, состав ее механизмов, узлов и элементов;
- изучают режимы функционирования систем и всей машины;
- проверяют работоспособность СМ.

Апробация предложенного алгоритма выполнена на кафедре строительного производства ПГТУ при обучении дисциплине “Строительные машины”.

Анализ результатов педагогического исследования позволяет сделать вывод о том, что применение функционально-структурного подхода при проведении практических занятий по изучению конструкций строительных машин, в зависимости от сложности рассматриваемых вопросов, позволяет повысить эффективность приобретения знаний студентами на 14-18 %.

Литература

1. Нечипоренко В.И. Структурный анализ систем. – М.: Изд-во “Сов. радио”, 1977. – 216 с.
2. Вахрушев С.И. Основы обучения техническим дисциплинам с применением функционально-структурного подхода. Монография. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006. – 142 с.



УДК 721.001

Р.С. Сафин – доктор педагогических наук, профессор, декан факультета инженерных систем и экологии, заведующий кафедрой

Т.В. Сучкова – ассистент

Кафедра профессионального обучения

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ И ЛИЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Самостоятельная образовательная деятельность студента в период обучения в вузе является одной из важнейших составляющих подготовки специалиста. В ходе ее совершенствуются личностные качества, происходит формирование знаний, навыков и умений, а в дальнейшем обеспечение индивидуальной познавательной деятельности, интереса к творческой работе и способность решать технические научные и производственные задачи. В процессе самостоятельной деятельности наиболее полно раскрываются способности обучаемого, реализуется его творческий потенциал, самостоятельное постижение истины открывает более широкие возможности для творческого применения накопленных знаний. При освоении любой деятельности – учебной или социальной – личность студента начинает восхождение по ступеням, через разделенную, имитируемую, поддержанную, саморегулируемую, самоорганизуемую и самопобуждаемую деятельность к партнерству.

В формировании, организации и управлении самостоятельной образовательной деятельностью (самостоятельной работой студентов) особая роль принадлежит преподавателям высшей школы, которые должны иметь научную эрудицию, владеть современными образовательными технологиями, обладать педагогическим профессионализмом, оперативно реагировать на непрерывно меняющиеся требования к профессиональной компетентности специалистов. Задача педагогов высшей школы – научить студента учиться, т.е. самостоятельно и активно добывать свои знания.

Такой подход к процессу обучения требует переориентации дидактической системы с преимущественно информационного типа на обучение, позволяющее выявлять и развивать познавательные и творческие способности, формировать и повышать культуру учебной деятельности студентов, создавать условия для формирования человека, его «самости», совершенствовать личностные качества студента, обеспечивающие самостоятельную, активную и профессиональную деятельность.

При организации самостоятельной работы

студенту необходимо учесть ряд факторов, влияющих на эту работу: социально-экономические (развитость сети библиотек в городе, наличие межбиблиотечного абонемента; цены на учебники, учебные пособия, научные и отраслевые журналы и т.п.); технические (наличие компьютерных систем с подключением в Интернет; количество мест в читальных залах библиотеки вуза; современная учебно-лабораторная база для проведения УИРС и НИРС); личностные (мотивация, самоорганизация, интеллектуальная активность, интеллектуальная продуктивность, творческая активность, саморазвитие); прочие (способность к планированию своего времени; умение отбора материала для решения практической задачи; коммуникативные умения; умение обобщать изучаемые материалы, осуществление студентами самоконтроля за ходом и результатами своей работы и т.д.), а также психофизические особенности студентов. Период обучения в вузе – это возраст созревания и формирования личности. Именно в эти годы юноши и девушки достигают физиологической и определенной социальной зрелости, у них стабилизируется выносливость, увеличивается работоспособность, что позволяет без отрицательных последствий выдерживать значительные интеллектуальные нагрузки. Мыслительная деятельность студентов рассматриваемого возраста характеризуется высоким уровнем обобщения и абстрагирования, увеличивающейся тенденцией к причинному объяснению явлений, умений и стремлением аргументировать и доказывать положения, делать выводы, связывать изучаемые явления и факты в систему. Это позволяет студентам критически мыслить, осуществлять глубокий анализ учебной информации, вскрывать закономерности, осваивать способы познания действительности, причем процессы восприятия становятся максимально целенаправленными, избирательными и анализирующими. У студентов появляется чувство зрелости.

Среди выделяемых психологами видов проявления зрелости важными для нашего исследования является определенная социальная зрелость, проявляющаяся в стремлении юношей и девушек активно сотрудничать



со взрослыми в различных «взрослых» делах. Это представляется нам значимым с точки зрения возможности эффективного вхождения юношей и девушек в профессию при педагогически целесообразном и профессиональном по содержанию общении, сотрудничестве со сверстниками и преподавателями.

Важно отметить, что, хотя личность студента всегда формируется в условиях социально-исторических, социально-психологических и культурно-мировоззренческих реалий, социокультурная среда, как известно, не может отменить генетической уникальности индивида, наличия изменчивого генетического фактора, в той или иной степени определяющего его интеллект, креативные способности, память, уровень эмоциональности, избирательную (в значительной мере неосознаваемую) активность индивидуальной психики, существенно повлиять на корректирующее восприятие, автоматические процессы переработки сенсорной информации или даже изменить доминирующий когнитивный тип мышления, его психофизические особенности.

Как известно, педагоги высшей школы выделяют пять уровней познавательной самостоятельности студентов.

1. Первый уровень самостоятельной работы – воспроизведение хода рассуждений по «сконструированному» преподавателем образцу.

2. Самостоятельная работа вариантно-реконструктивного типа.

3. Самостоятельная работа эвристического (частично-поискового) типа.

4. Начальные навыки творческой интерпретации исходного учебного (научного) материала.

5. Выполнение научно-исследовательской работы по заданной учебной или реальной теме.

Анализ научной литературы по вопросам педагогики высшей школы, учебного процесса в университете и свой опыт позволили нам выделить следующие виды самостоятельной работы студента (СРС):

1. Подготовка к лекции, прослушивание и запись лекции.

2. Подготовка к практическим, семинарским занятиям и самостоятельная работа на этих занятиях.

3. Подготовка к лабораторным занятиям и самостоятельная работа на этих занятиях.

4. Работа с учебниками, рекомендуемой литературой.

5. Самостоятельная работа при выполнении расчетно-графических работ, типовых заданий.

6. Составление доклада, реферата, информационный поиск по специальным дисциплинам.

7. Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам, сдача зачетов, экзаменов.

8. Изучение конструкций зданий, аппаратов, сооружений, технологических схем и выполнение курсовых проектов и работ.

9. Выполнение выпускной квалификационной работы (ВКР).

10. Освоение методик и проведение научных исследований в процессе обучения, в ходе производственных практик и выполнения ВКР.

Основополагающим принципом организации СРС является обеспечение ее действенности, развивающей способности студентов к инженерному мышлению, принятию самостоятельных решений, заложение фундамента непрерывного образования.

Самостоятельная работа на младших курсах направлена, в первую очередь, на расширение и закрепление знаний и умений, приобретенных в рамках традиционных форм учебной работы. СРС на старших курсах направлена на развитие творческой деятельности. Поэтому методические комплексы СРС старшекурсников должны быть составлены с опорой на принципы самопознания, самоуправления, самосовершенствования, самореализации.

При организации СРС необходимо использовать большой потенциал, скрытый в организации самостоятельной аудиторной работы. Известно, что СРС, организуемая преподавателями (оргСРС), составляет до 20% от общего времени, выделяемого учебным планом на самостоятельную работу.

В ходе оргСРС преподаватель консультирует и контролирует ход подготовки, обеспечивает студента необходимым материалом и литературой. СРС во внеаудиторное время – это свободный выбор самим студентом дисциплины и темы, по которой он готовится в свободное время дома, в библиотеке.

Технология самостоятельной познавательной деятельности включает этапы: 1) анализ исходной ситуации, определение цели работы; 2) планирование работы, отбор содержания и средств достижения цели; 3) выполнение обучающих и учебных операций; 4) организация самоконтроля и коррекция работы по усвоению содержания информации; 5) самооценка и самоанализ результатов обучения.

В рамках данной работы мы не имеем возможности подробно рассмотреть все виды СРС. Остановимся лишь на некоторых из них, применяемых в нашем вузе.

Одним из эффективных методов активизации самостоятельной работы студента в ходе лекции является контрольная проверка, которая осуществляется в конце или начале лекции. Студенты по прослушанному ранее учебному материалу получают 2-3 контрольных вопроса, в течение 7-8 минут дают письменные ответы. При этом им разрешается пользоваться конспектом лекций, учебниками и другой справочной литературой. Контрольные вопросы составляются таким образом, что за этот короткий промежуток времени без самоподготовки студенту трудно найти ответ в



учебнике или справочнике. Студент должен знать, что ответы на вопросы имеются в материалах лекции и это заставит его активно работать в ходе лекции. Результаты такого контрольного опроса вывешиваются на стендах кафедры. Проверка ответов позволяет преподавателю сделать анализ, как усвоен учебный материал студентами.

Студентам, показавшим неудовлетворительные знания или не посещающим лекции, предлагается самостоятельно проработать материал лекции, а затем выдаются новые контрольные вопросы.

Проведенное анкетирование и анализ посещаемости таких лекций показали, что около 90% студентов считают эту форму активизации самостоятельной учебной деятельности эффективной, посещаемость лекций студентами существенно возрастает.

Индивидуализация СРС при подготовке к лекциям достигается чтением лекции «вдвоем».

Партнерами по общению выступают наиболее подготовленные студенты, создаваемый эффект диалоговой вовлеченности способствует организации активного общения. В ходе общения возникает возможность многостороннего обсуждения проблемы, поиска новых идей, формируется опыт совместного решения.

Методика подготовки лекции «вдвоем» включает несколько стадий:

а) выдача студенту темы за несколько недель до лекции. Студент получает при этом краткий план лекции, список основной и дополнительной литературы. На составление конспекта лекции и самостоятельное изучение проблемы отводится 1-2 недели;

б) встреча со студентом за неделю до лекции. Преподаватель и студент совместно формируют проблему, готовят индивидуальные планы решения проблемы с учетом возможных действий партнера;

в) за три дня до лекции проводится генеральная репетиция. Восстанавливаются предшествующие этапы, общий план и логика раскрытия вопроса партнером, согласовывается время на освещение отдельных вопросов. Необходимый элемент этой стадии — прогнозирование возможной реакции аудитории. Лекция проговаривается;

г) чтение лекции в аудитории. Коррекция лекции для чтения «вдвоем» на следующий учебный год;

д) дальнейшее совершенствование лекции при последующих выступлениях перед другими студентами.

Активная деятельность студентов на лекциях достигается при использовании метода проблемного обучения. В ходе проблемной лекции преподаватель не просто переводит утвердительные предложения в вопросительные, а показывает те сложности и противоречия, которые возникли на реальном пути развития науки и техники. Принципиальное преимущество метода — знания, приобретенные

усилиями собственной мысли, обладают собственными качествами. Проблемное обучение помогает проявлению устойчивого интереса к знаниям, творческому труду и научному поиску, приближает учебную деятельность студента к научно-исследовательской.

В качестве исследовательской работы на лекции можно выделить: раскрытие истории проблемы; сопоставление различных точек зрения на нее, постановку вопроса перед студентами, в том числе и для самостоятельного разрешения; выдвижение гипотез, показ недостающих знаний, информации; раскрытие хода решения проблемы с подробным показом всех трудностей и отступлений на реальном пути развития науки и практики; формулировку выводов и четкое определение метода решения задач.

Традиционная учебно-исследовательская деятельность состоит из нескольких этапов: формулировка проблемы, анализ научно-технической литературы (по данной проблеме), выдвижение гипотезы о способах ее разрешения, проведение экспериментального исследования. Используем мы и этапы УНИРС, предложенные Казанцевой Л.А.: формулировка проблемы, осмысление исследовательского поля проблемы, его границ; ценностное самоопределение и самоактуализация, постановка личностных целей разрешения учебной проблемы и осуществления учебно-исследовательской деятельности; рефлексия оптимальности и рациональности осуществленной исследовательской деятельности; приращение личностных достижений; моделирование альтернативных моделей исследовательской деятельности, осуществление деятельности.

В этом случае преподаватель, кроме подготовки исследовательского задания, должен создать особую атмосферу обсуждения учебной проблемы, готовить студентов к творческой самореализации в «пространстве научных методов». Это пространство включает логические, эвристические и эмпирические методы познания Казанцевой Л.А. К логическим методам можно отнести: анализ, сравнение, индукцию, дедукцию, гипотезу, моделирование, абстрагирование, аналогию. К эвристическим — «мозговой штурм», инверсию, синектику, рефлекссию, эмпатию, гипотезу и др. Эмпирические методы познания включают: наблюдение, описание, систематизацию, классификацию, обобщение, экспериментальную проверку и др. В нашей практике наиболее разработаны и реализуются логические и эмпирические методы, в то же время нами все больше внимания уделяется внедрению эвристических методов на игровых занятиях, при решении исследовательских учебно-творческих задач.

Представляется интересным опыт активизации СРС через включение в конкретно-социологический процесс самих студентов, причем не только в роли пассивных исполнителей, но и соучастников,



соавторов. Этому способствует социологическая практика, которую студенты разных специальностей проходят в процессе изучения учебного курса социологии и психологии.

На начальном этапе студенты предлагают проблемы, подлежащие анкетированию, делают их всестороннее обоснование, т.е. разрабатывают теоретико-методологический раздел программы социологического исследования. Предложения обсуждаются на семинарах и из множества предложенных отбираются наиболее общие и актуальные на данный конкретный момент.

Проблемы, выдвигаемые самими студентами, знающими их изнутри, на собственном опыте, нередко дополняют и корректируют пожелания деканата, выступающего социальным заказчиком проводимого опроса.

Студенты разрабатывают, обсуждают и отбирают из множества предложенных наиболее удачные (конкретные и в то же время емкие), четкие по формулировке вопросы анкеты. Предложения студентов по содержанию вопросов анкеты корректируются и окончательно формируются уже преподавателем.

Студенты проводят анкетный опрос и участвуют в обработке результатов исследований, что способствует не только лучшему усвоению учебных курсов, но и позволяет лучше узнать их интересы и отношение к процессу преподавания.

Хорошая организация СРС требует определенного комплекса методических материалов, разработанных с учетом эвристических и технологических подходов. Комплекс методических пособий по дисциплине должен содержать: учебники и учебные пособия; компьютерные обучающие и контролирующие программы; тестовые задания; учебные исследовательские задачи; задания к практическим и лабораторным занятиям; сценарии игровых занятий; инструкции, предписания к лабораторно-практическим занятиям; задания для НИРС; задания и методические указания на исследования в ходе производственных практик; задания для курсовых и дипломных проектов с реальными объектами; технические средства обучения; перечень вопросов, задач для контрольных работ и экзаменов.

У преподавателей, пользующихся таким методическим комплексом, процент студентов, обучающихся на «хорошо» и «отлично», находится в пределах 68-72%, что значительно выше процента в среднем по университету.

Эффективность самостоятельной деятельности студента в процессе всего периода обучения максимально проявляется при выполнении выпускной квалификационной работы (ВКР). Поэтому нами особое внимание уделяется заключительному этапу подготовки специалистов. В университете разработан стандарт к выполнению ВКР. Он охватывает все этапы

этой работы: выдача задания, разработка и оформление расчетно-пояснительной записки, графической части проекта, рецензирование, нормоконтроль ВКР, отзыв научного руководителя, подготовка к защите и защита ВКР, хранение ВКР.

Для оценки эффективности выполнения ВКР нами регулярно проводятся исследования путем анкетирования выпускников как дневной, так и заочной форм обучения.

Исследования показали, что 54% дипломников дневного отделения затрудняются в самостоятельной постановке задачи при выполнении ВКР, 53% – нуждаются в постоянных консультациях руководителя. Пока еще не высока доля дипломников, участвующих в тематике научных исследований руководителей (не более 10%). В определенной мере это объясняется малым объемом хозяйственных работ в современных социально-экономических условиях. Только от 13% до 22% выпускников указали, что в процессе выполнения ВКР им понадобились знания по высшей математике, физике, теоретической механике, сопротивлению материалов, гидравлике и гуманитарным дисциплинам.

Отрадно, что более 90% студентов в процессе выполнения ВКР обращаются в библиотеки за поиском информации по новейшим техническим и технологическим разработкам с целью их применения в своей работе. При этом 37% выпускников отметили, что им не хватает научной и методической литературы. Только 14% студентов указали, что не сумели применить свои знания при решении практических задач ВКР.

О хорошей организации самостоятельной работы в университете свидетельствует и тот факт, что от 70% до 80% выпускников считают, что выполнение ВКР у них не вызвало затруднений, 95% всех опрошенных (229 респондентов из 350 выпускников 2000 г.) отметили, что ВКР помогла систематизировать и укрепить приобретенные в университете знания.

Опыт наших исследований показал, что эффективная организация самостоятельной деятельности студентов на всех этапах обучения, а также включение задач ВКР в сферу реальных и практических проблем формирует профессиональную удовлетворенность, самостоятельность, самореализацию выпускника, повышает его самооценку, совершенствует личностные качества.



УДК 378

В.Ф. Строганов – доктор химических наук, профессор

Н.Б. Завьялова – доктор технических наук, доцент

А.В. Шарафутдинова – кандидат технических наук, доцент

А.А. Скибинская – кандидат химических наук, доцент

Кафедра химии и инженерной экологии в строительстве

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ» ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ-ЭКОЛОГОВ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Сегодня важно осознавать неразрывную связь природы и общества, которая носит взаимный характер. С одной стороны, природная среда, географические и климатические особенности оказывают значительное воздействие на общественное развитие. Эти факторы могут ускорять или замедлять темп развития стран и народов. С другой стороны, общество влияет на естественную среду обитания человека. История человечества свидетельствует как о благотворном влиянии деятельности людей на естественную среду обитания, так и о пагубных ее последствиях. Настоящие сдвиги в биосферных процессах начались в XX веке в результате очередной промышленной революции. Бурное развитие энергетики, машиностроения, химии, транспорта, строительства привело к тому, что человеческая деятельность стала сравнима по масштабам с естественными энергетическими и материальными процессами, происходящими в биосфере. Интенсивность потребления человечеством энергии и материальных ресурсов растет пропорционально численности населения и даже опережает его прирост. Строительство и эксплуатация промышленных предприятий, добыча полезных ископаемых привели к серьезным нарушениям природных ландшафтов, загрязнению почвы, воды, воздуха различными отходами.

Общепризнанно, что стратегия развития XXI века определяет необходимость выработки экологического мышления, формирования экологической культуры, включающей систему знаний и умений и экологически оправданное поведение в процессе профессиональной деятельности.

«Природа – это не наследство, доставшееся человечеству от предков. Это кредит, предоставленный потомкам». А кредиты положено отдавать.

Этот тезис особенно актуален для строительной отрасли, поскольку капитальное строительство справедливо считается фундаментом всей экономики и от того, как оно будет сосуществовать с окружающей природной средой, во многом зависит эффективность

продвижения всего нашего общества по пути устойчивого развития. Воспитание экологически грамотных инженеров-строителей, способных оценить и предвидеть результаты воздействия строительной деятельности на окружающую среду и здоровье человека, невозможно без систематизированного всеобъемлющего экологического образования. Инженерная экология в строительстве способствует формированию у будущих инженеров-строителей целостного представления о месте экологии в практической деятельности, пониманию ими своей роли в решении экологических проблем в период проектирования, реконструкции и эксплуатации различных зданий, сооружений и их комплексов.

Экология перестает быть сугубо биологической наукой и превращается в науку о воздействиях человека на окружающую природную среду. В настоящее время на стыке экологии и строительных наук происходит становление нового научного направления – строительной экологии [1, 2]. Возникновение строительной экологии обусловлено, с одной стороны, тем, что строительная деятельность продолжает оставаться крупнейшим источником загрязнения окружающей среды и значительным потребителем невозобновляемых ресурсов планеты, а с другой – острой необходимостью выхода из экологического кризиса и перехода строительной отрасли на пути устойчивого развития.

Предметом строительной экологии служит всестороннее изучение процессов взаимодействия в системе «строительство – окружающая природная среда». Важнейшей её задачей является исследование негативного воздействия строительных технологий на человека и природные системы и разработка принципов устойчивого экологически безопасного строительства. Методической основой строительной экологии является анализ и прогноз риска антропогенных опасностей, связанных со строительной деятельностью, и информационное обеспечение управляющих решений для предупреждения или минимизации негативных воздействий. Строительная экология базируется на системном подходе – знаниях



из общей и прикладной экологии, строительных наук, химии, физики, инженерной геологии, медицины, социально-экономических и других наук. По своему статусу строительная экология является одной из ветвей прикладной экологии и одной из подсистем инженерной экологии.

По своей структуре строительная экология состоит из следующих направлений:

- жизненный цикл строительного объекта;
- экологическая безопасность строительных материалов и изделий;
- строительный техногенез;
- энерго- и ресурсосбережение в строительстве;
- негативные воздействия строительства на биосферу и инженерная экологическая защита от них;
- экология и фундаментостроение;
- экологическое право в строительстве;
- основы градостроительной экологии;
- экологизация экономики в строительной сфере;
- инженерно-экологические изыскания;
- экологический мониторинг в строительстве;
- экологическая безопасность жилых и общественных зданий.

Строительная экология как новое направление в системе экологических наук интенсивно развивается в последние 10-15 лет (А.Н. Тетиор, К.К. Швецов, С.Б. Чистякова, Б.И. Кулачкин, Н.В. Маслов, В.П. Журавлев и другие). Впервые в нашей стране внимание к вопросам строительной экологии было привлечено в 80-90-е гг., с появлением учебных пособий А.Н. Тетиора (1991), К.К. Швецова (1994), С.Б. Чистяковой (1988), монографии «Экология и строительство» (под редакцией С.В. Яковлева, 1987 г.) и других. Некоторые концептуальные подходы к анализу экологических проблем строительного комплекса впервые были затронуты в работе А.П. Кириллова и А.Н. Гусейнова (Геоэкологические аспекты, 1991 г.). В последние годы состоялось несколько международных конгрессов и конференций по тематике, близкой к строительной экологии. Особое внимание уделяется формированию «биопозитивных» подходов к проблемам переустройства среды. В решениях Международных конференций по устойчивому экологическому строительству (г. Тамп, США, 1994 г.; г. Париж, Франция, 1997 г.; г. Осло, Норвегия, 2002 г.) подчеркнуто, что устойчивое строительство должно быть направлено на поддержание здоровой экономики с целью обеспечения качества жизни путем оптимального использования невозобновляемых ресурсов, а также минимизацию ущерба, причиняемого окружающей природной среде и биологическому разнообразию [1].

Всемирный конгресс Международного совета по строительству (МСС) под девизом «Строительство и окружающая среда» состоялся в 1998 году в Швеции. Обсуждались следующие приоритетные проблемы: «Экологически безопасные строительные материалы

и технологии», «Долговечность и надежность строительных конструкций как экологический критерий», «Строительство как фактор устойчивого развития».

В 1997 году в Швеции был организован Институт строительной экологии с целью всестороннего изучения угроз для здоровья и среды обитания, которые связаны со строительными технологиями. На базе этого института и был организован Всемирный конгресс МСС. В 2002 году Европейская федерация строительной индустрии (FIEC) приняла решение об осуществлении комплекса мер по защите окружающей среды в процессе строительной деятельности. Эти меры, в частности, предусматривают создание льготных условий для строительных компаний, использующих экологически безопасные технологии и материалы.

В Республике Татарстан, где проживает более трех миллионов человек, интенсивное развитие промышленности, наряду с экономическими и социальными благами, также имеет существенную отрицательную сторону – негативное влияние на окружающую среду и, соответственно, на здоровье нации. Для решения данных глобальных проблем актуален системный подход, при котором одним из основных направлений является внедрение и развитие экологической культуры в жизни общества. Данная задача может быть решена при помощи принципиального изменения подхода к подготовке высококвалифицированных инженеров-экологов, а именно к обеспечению развития новой специальности в регионе и высокого качества подготовки инженеров-экологов для строительной отрасли, муниципальных органов управления Республики Татарстан.

Развитие промышленной инфраструктуры и постоянный рост объемов строительства привели к возникновению нового научного направления – промышленной экологии, инженерной защиты окружающей среды, в том числе и строительной экологии. В рамках данного направления необходим **комплексный и дифференцированный подход** к разработке ряда дисциплин (физической, органической, аналитической химии, экологии в строительстве, химии и экологии композиционных строительных материалов и других) для специальности «Инженерная защита окружающей среды», а также в применении **взаимосвязей** на кафедральном, факультетском, вузовском уровнях для обеспечения подготовки инженеров-экологов для строительной отрасли. Такой подход позволит популяризовать идею и расширить методическую базу для подготовки инженеров-экологов в строительных вузах.

Для развития новой специальности и подготовки инженеров-экологов строительной отрасли планируется разработка качественно новых информационных материалов: рабочих программ по дисциплинам, курсов лекций для ряда вновь



создаваемых дисциплин, методического обеспечения (наглядные информационно-образовательные материалы, стенды, пособия, лабораторные и методические указания, лабораторное оборудование) для проведения лабораторных практикумов и лекций с использованием инновационных интерактивных средств. Планируется разработка программ и проведение производственных практик для отработки теоретического материала в условиях промышленных и строительных объектов. Необходимо проведение переподготовки и повышения уровня квалификации преподавателей и сотрудников кафедры, разработка новых педагогических методик преподавания с учетом стратегии развития новой специальности, в том числе НИРС как основы воспитания экологической культуры и творчества. Для проведения данной работы планируется развивать и укреплять межуровневые связи с вузами, предприятиями строительной отрасли, экологическими организациями, проводить мероприятия по обмену опытом, принимать участие в конференциях различного уровня по проблемам экологии и подготовки специалистов, в том числе в проведении студенческих конференций. Такой подход позволит обеспечить высокое качество подготовки специалистов.

Особенностью данного метода является дифференцированный комплексный подход к подготовке новой специальности с применением различных межуровневых связей между кафедрами, факультетами, вузами, промышленными и строительными организациями, муниципальными и государственными учреждениями. Комплексность подхода предусмотрена на образовательном, информационном и методическом уровнях. Уникальность данного метода заключается в том, что при разработке новых дисциплин для специальности «Инженерная защита окружающей среды» будет наблюдаться взаимопроникновение дисциплин и предметов, при этом возникнет эффект синергизма, что усилит системность дисциплин, их сочетаемость и придаст данной специальности ярко выраженную специфику применения в строительной отрасли. Подготовка инженеров-экологов для строительной отрасли с применением такого комплексного подхода позволит проводить экологическое сопровождение всех стадий предпроектной и проектной подготовки строительства, разрабатывать проекты территориального планирования и комплексного благоустройства, выполнять инженерно-экологические изыскания, осуществлять экологический контроль и аудит на начальных этапах строительных объектов. Приведенная схема процесса обучения будет способствовать повышению общего уровня экологической культуры и качества образования, в том числе и для других специальностей строительного вуза.

В ходе реализации данного подхода будут получены следующие результаты:

- проведен анализ существующих программ подготовки специалистов-экологов в классических и профильных университетах;
- разработан комплексный подход и стратегия развития новой специальности в регионе, при создании методического, информационно-технического, лабораторно-производственного и научно-технического блоков;
- реализация комплексной Программы межуровневой координации (на межкафедральном и межкафедетском уровнях – КГАСУ, межвузовском и межрегиональном уровнях – Россия и ближнее зарубежье);
- план мероприятий развития специальности «Инженерная защита окружающей среды» и подготовка предложений для внесения некоторых изменений в структуру и содержание ГОС по специальности 280202 и плана внедрения их в учебный процесс;
- разработаны наглядные информационно-образовательные материалы (стенды и другие), отражающие задачи специальности;
- разработаны и освоены преподавателями новые методики подачи материала.

В результатах реализации данного метода могут быть заинтересованы: строительные вузы, руководители предприятий, проектных организаций, НИИ и муниципальных органов, в которых планируется трудоустройство выпускников кафедры. Оценку результатов целесообразно проводить по уровню качества подготовки выпускников, по результатам участия студентов в конференциях, олимпиадах, тестированиях.

Основным эффектом от реализации метода является **социальный эффект** по расширению области внедрения экологического образования и культуры за счет привлечения ряда других специальностей строительных учебных заведений, увеличения престижа. Кроме того, применение полученных знаний выпускниками КГАСУ на предприятиях и в организациях даст реальный экономический эффект.

Выработанные методики позволят целенаправленно проводить постоянное совершенствование информационно-технического и методического обеспечения специальности, распространять их на другие учебные заведения в качестве интеллектуальной собственности, что обеспечит устойчивое развитие данного направления, а также расширит возможности кафедры в рамках проведения различных курсов повышения квалификации государственных и муниципальных служащих, специалистов строительных и промышленных предприятий.

Универсальность использования результатов данного метода заключается в возможности применения разработанных схем и механизмов для повышения качества образования для специалистов-

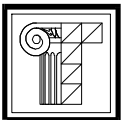


экологов строительной отрасли в любом регионе России и ближнего зарубежья, что характеризует и охват метода. Нарботанные методики могут служить основой для дальнейшего развития и организации процесса обучения на новых уровнях при выполнении кандидатских и докторских диссертаций.

Данный подход очень пластичен и в дальнейшем может быть использован в среднесрочной перспективе (с соответствующими коррективами) для других строительных специальностей, а также для специальностей других отраслей промышленности.

Литература

1. Передельский Л.В., Приходченко О.Е. Строительная экология: Учеб.пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2003.
2. Охрана окружающей среды в строительстве: Учебник/ В.П.Журавлев, Н.С. Серпокрылов, С.Л. Пушенко. – М.: Изд-во АСВ, 1995.



УДК 551.24 (551.71)

Р.Г. Газизуллин – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой начертательной геометрии и графики

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ЭВОЛЮЦИЯ ЗЕМЛИ

Проблема образования Солнечной системы, возникновения жизни на Земле волновала и волнует человечество на протяжении многих веков. Образование нефти, битумов и всех полезных ископаемых связано с биографией Земли. Не зная истории Земли, невозможно понять возникновение органических, неорганических материалов, микроорганизмов, бактерий и вообще жизни.

О происхождении Солнечной системы существует много гипотез, таких как гипотезы Канта – Лапласа, Опарина, О.Шмидта, Амбарцумяна – Фесенкова, М. Озима, Б. Уинди, Г. Рида, Дж. Уотсона и других. На основе многочисленных научных трудов ученых, автор хотел системно обрисовать происхождение Земли и ранние стадии ее развития, пытался привести разрозненные гипотезы о происхождении и развитии Земли в строгую предложенную им систему. В работе были использованы высказывания и выдержки из трудов многих ученых.

Земля – одна из планет Солнечной системы – совершает один оборот (галактический год) по эллиптической траектории вокруг Галактики за 185-200 миллионов лет. Галактика – гигантское спиралеобразное скопление звезд, имеющее форму сплюснутой чечевицы. Длина Галактики по большой оси эллипса оценивается в 80-100 тысяч световых лет (скорость света 150 000 километров в секунду), а по малой – 60-65 тысяч световых лет.

Как известно, эллипс имеет два центра. Профессор А.А. Малахов отмечает, что, по-видимому, Земля на своем пути проходит в Галактике холодные и теплые зоны. Исходя из этого высказывания, примем один центр за холодную, а второй – за теплую зону.

Земля возникла 4,5 миллиардов лет тому назад. Это время делится на следующие геологические эры: Доархейская (начало 4,5 миллиардов лет, продолжительность 1000 миллионов лет); Архейская (соответственно 3500 и 900 миллионов лет), Протерозойская (соответственно, 2600 и 2000 миллионов лет), Палеозойская (600 и 310 миллионов лет), Мезозойская (290 и 175 миллионов лет), Кайнозойская (115 и 65 миллионов лет).

Каждая из этих эр в свою очередь делится на периоды (рис.1). Геологи рассматривают земной шар как самостоятельное тело, которое развивается по своим внутренним законам. Однако земной шар вращается, движется по орбите вокруг Солнца и вместе

с Солнцем – вокруг Галактики. Безусловно, космические силы действуют не только на солнечную систему, но и на Землю.

Часть ученых пыталась объяснить периодичность геологических явлений только внутренними силами планеты, а другие – космическими силами.

Периодичность вращения солнечной системы вокруг Галактики Ю. Малиновский изобразил эллиптической траекторией. Однако по этой системе невозможно объяснить периодичность оледенения, образования гор, наступление Мирового океана и других явлений на Земле. Для объяснения всех этих явлений в истории Земли автором предлагается следующая схема вращения солнечной системы вокруг Галактики.

Эллипс условно делится на четыре части по 50 миллионов лет, которые соответствуют определенным условиям Солнечной системы и Земли. Холодная зона – оледенение, по стрелке вторая зона – таяние льдов, третья – покрытие Земли Мировым океаном, четвертая – затишье (спокойный период) Земли.

Рассмотрим образование солнечной системы и развитие Земли. Примерно 5 миллиардов лет назад протосолнечная туманность, имеющая составляющие современную Землю химические элементы, вошла в область теплой зоны орбиты Галактики. К концу этой зоны, около 4,6 миллиарда лет назад, произошел мощный взрыв, известный как Большой Взрыв, сравнительно недалеко стоящей от этой туманности Сверхновой звезды. Под действием ударной волны протосолнечная туманность стала сжиматься, что способствовало началу формирования Солнечной системы. При сжатии, под действием высокой температуры и космических (радиоактивных) лучей в центре протосолнечной туманности сформировалось Солнце. Сжатие газовых облаков, состоящих из водорода и гелия, было настолько сильным, что началась термоядерная реакция, в результате которой водород превращается в гелий, выделяя огромное количество энергии. Облако, медленно вращаясь вокруг вновь образовавшегося Солнца, начало постепенно уплотняться и принимать дискообразную форму, которую можно считать за время рождения Земли. Это произошло в конце зоны затишья, в течение от нескольких миллионов до нескольких десятков миллионов лет. Вновь образовавшая солнечная система, двигаясь по Галактике, вошла в холодную зону.

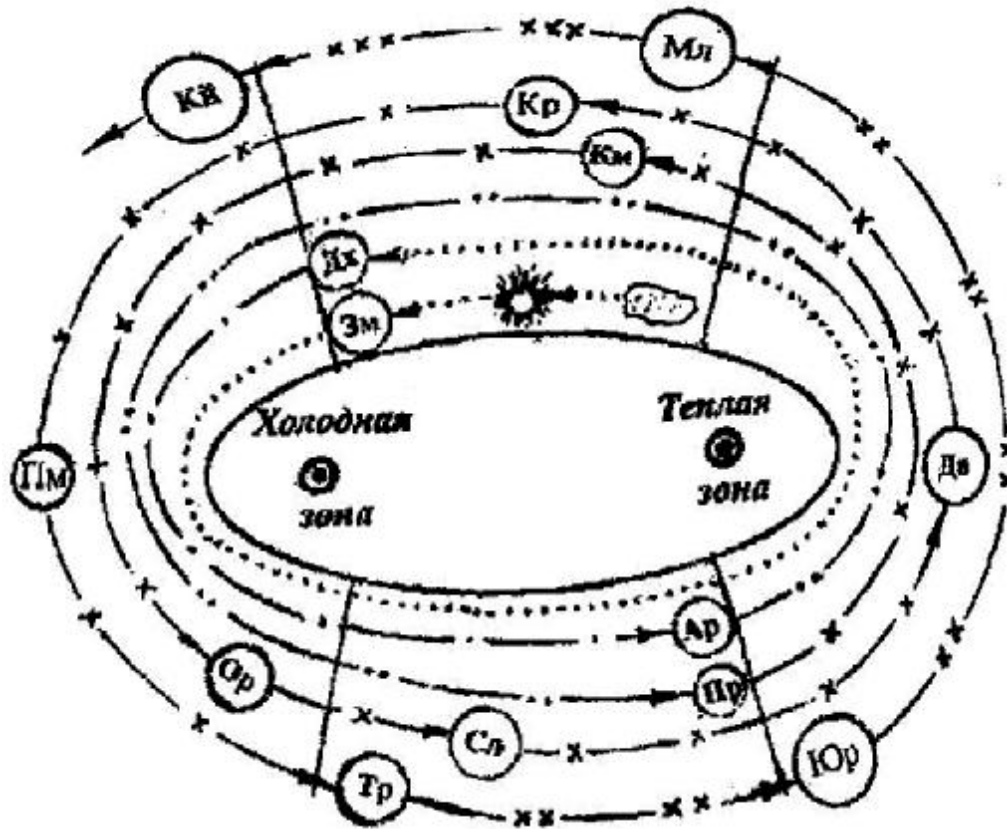


Рис.1. Периодичность Галактических циклов.

Условное обозначение: - протосолнечная туманность, - вспышка протосолнечной туманности, Зм – рождение Земли; О - начало или конец геологических периодов; - Доархей (Дх); - Архей (Ар); - Протерозой (Пр); - Палеозой; - Кембрий (Км); - Ордовик (Ор); - Силур (Сл); - Девон (Дв); - Карбон (Кр); - Пермь (Пм); - Мезозой; - Триас (Тр); - Юра (Юр); - Мель (Мл); - Кайнозой (Кй)

Поскольку в это время температура стала постепенно падать, возникла конденсация составляющего ее газа, сконденсировались крупные молекулы. В результате протосолнечная туманность стала состоять из бесчисленного множества частиц размером несколько миллиметров. В дальнейшем, по мере снижения температуры, облако стало все более плоским, плотность его вещества увеличивалась, и вследствие механической неустойчивости оно разделилось на группы тел размером от 10 до 100 километров, т.е. образовались микропланеты. Микропланеты в результате повторяющихся столкновений друг с другом сливались, разрастались. Большие тела своим тяготением удерживали осколки и продолжали расти, присоединяя к себе другие. Самые крупные тела росли относительно быстрее других и стали зародышами будущих планет. Они эффективно поглощали вещество, оказывавшееся на их пути. Расположение планет вокруг Солнца происходило в зависимости от плотности присоединяемых веществ и наличия газов. Именно по этой причине у Меркурия, расположенного наиболее близко к Солнцу, так велико содержание

тугоплавкого железа и, как результат, высокая, по сравнению с другими планетами, плотность вещества. У Юпитера, удаленного от Солнца дальше всех, главной составной частью стали водород, инертные газы, вода и тому подобные летучие соединения, и поэтому его вещество имеет малую плотность (у Меркурия 3,8; Венеры 4,9; Земли 5,5 т/м³, даже у Сатурна – меньше воды). К концу этого процесса осталось всего 9 больших планет, стоящих друг от друга на таких расстояниях, что их движение оставалось устойчивым на протяжении миллиардов лет. Самая большая планета Юпитер сообщает устойчивость орбитам Земли и другим планетам.

После своего рождения на Земле спокойной обстановки не было. Солнечный ветер вымел все газы. Атмосферы еще не существовало, ее летучие соединения находились в связанном твердом состоянии в Земле и на ее поверхности. Земля не была защищена и бомбардировалась метеоритами, врезались различного рода частицы. Над планетой поднимались тучи пыли, первичные газы, водяные испарения, углекислый газ, азот. Свободного кислорода тогда не было, он поглощался железом.



При прохождении через холодную зону Галактики Земля испытала грандиозную бомбардировку метеоритами и астероидами, стояли невообразимые грохот, шум, канонада, огненный вал, пыльные тучи. Из-за низкой температуры газы, водяные испарения конденсировались и легли на поверхность Земли. При этом Земля была холодная, тяжелые частицы опускались вниз, образуя ядро, а легкие поднимались наверх, образуя мантию. Многие ученые предполагают, что в момент формирования Земли в ней существовала структурная основная система ядро-мантия. Разделение веществ началось еще при конденсации микрочастиц в протосолнечной туманности, а нахождение Земли в холодной зоне Галактики только ускорило этот процесс.

Ядро состоит из внутренней оболочки радиусом до 1200 километров и нижней – радиусом 3490 километров. Нижняя Мантия сложена силикатными породами, а верхняя – различными соединениями железа. По-видимому, в это время начался радиоактивный распад, в результате чего внешняя оболочка ядра стала превращаться в жидкое состояние, а внутренняя осталась в твердом виде. После радиоактивного разогревания начинается плавление железа на относительно небольшой глубине. Слой расплавленного железа становится неустойчивым и опускается вниз, в то время как преимущественно твердое мантийное вещество поднимается вверх. Эти два противоположно движущихся слоя создают магнитное поле Земли. В последующем, образуя Поле Ван Алена, оно предохраняет Землю от губительной радиации. Мантия кристаллизовалась постепенно по направлению вверх в процессе конвективного и излучающего охлаждения. Слой Мантии стал как бы внешней оболочкой (корпусом) реактора.

После образования ядра-мантии, которая составляет две трети массы Земли, она своим притяжением из космического пространства в свою орбиту захватила Луну (большого астероида) и превратила в спутник. Луна

при вращении вокруг Земли за счет своего притяжения стала захватывать метеориты из космического пространства. По теории Дж. Дарвина Луна отделилась от Земли примерно 4 миллиарда лет назад. Некоторые геологи (Г. Штауб) и астрономы (В. Пиккеринг) связывают с отрывом Луны возникновение впадины Тихого океана, дно которого лишено самой верхней гранитной оболочки земной коры. Вряд ли такой большой кусок, как Луна, мог оторваться от Земли, это мало вероятно. Для отрыва такого куска необходимо, чтобы Земля имела большую скорость вращения, создавая большую центробежную силу.

После прохождения холодной зоны Земля стала разогреваться за счет энергии молодого Солнца, ударов метеоритов и астероидов. Выпадают горячие кислотные дожди, но поверхность еще слишком горяча для сбора воды и она выветривается под влиянием атмосферных паров. Разогретая при радиоактивном распаде магма, разрывая кору мантии, покрывает ее базальтовым расплавом, после остывания его образуется базальтовая кора над мантией. При охлаждении за счет сжатия поверхность раздробляется, способствуя утечке газов и инициируя вулканизм. Развивается кислый и основной вулканизм, более легкие граниты перекрывают более тяжелый базальтовый слой. Происходит наращивание верхней корки Земли.

Доархейская эра, длившаяся более одного миллиарда лет и совершившая пять циклов оледенения и потепления, завершилась образованием тонкой, распространенной по всей Земле твердой коры, перекрывающей гранит, и первой конденсацией горячих кислотных восстановительных дождей. Она охватывает главную стадию формирования Земли, когда гранитофильные элементы накапливались близ поверхности, образуя твердую корку. Основным следствием дифференциации верхней мантии явилось образование протоконтинентальной коры. В результате грандиозных ударов бомбардировки метеоритами и астероидами получилась асимметричная серповидная суша (Пангея, рис. 2).



Рис.2. Образование серповидной суши – Пангея



Земля вначале не имела газовой оболочки, так как газы солнечным ветром распространялись в космическое пространство.

Древнейшая атмосфера является вторичным продуктом дегазации, выделенной из мантии. Освободившиеся газы (за исключением некоторых) были захвачены гравитационным полем Земли, и в дальнейшем происходило постепенное накопление газового слоя вокруг твердой оболочки. Первичная атмосфера была восстановительной, такой характер преобладал на протяжении первых двух с половиной миллиардов лет истории Земли. Из-за явного недостатка кислорода земная кора и мантия не могли в процессе дегазации выделять молекулярный кислород в систему атмосфера-океан. Этот кислород прихватывался железом и ионами железа в океане.

Горячие кислотные восстановительные дожди выпадали из протоатмосферы и быстро изменяли поверхностные породы на кремнезем-глинозем-карбонат-магнетит-пирит и растворимые соли. Но поверхность была слишком горячей, чтобы накопилась вода, а поверхностные породы под действием атмосферных паров выветривались.

На поздней стадии доархейской эры развивается кислый и основной вулканизм, приповерхностные оболочки земной коры представлены сочетанием вулканических пород, осадков и интрузивов. Они образовали складки, позднее были прорваны молодыми гранитами. Континентальные плиты стали более собранными, они разделялись участками базальтовой корки. Вода стала стекать с континентов, создавая глубоководные моря на базальтовой коре. В течение этой эры продолжавшаяся конденсация паров привела к увеличению объема морской воды, и тонкая кора была затоплена до средней глубины 2,8 километров, по-видимому, поверхность представляла собой один обширный океан с выделяющимися и вздымающимися вулканическими образованиями.

Архейская эра начиналась в области конца затишья и начала охлаждения. В затишье многочисленные извержения вулканов покрыли поверхность Земли мощным слоем гранита. При остывании в холодной зоне происходит конденсация огромного количества водяных паров, образование мощных слоев льда. При таянии поверхность Земли покрывалась водой, образуя вокруг суперконтинента Пегая единый океан – Тетис. После прохождения Земли через зоны потепления вновь с новой силой проявляется вулканизм, образуя вулканические горы. При этом Земной шар вокруг Галактики сделал 4,5 цикла (900 миллионов лет), то охлаждаясь, то согреваясь, продолжал расти в течение Архейской эры. Архейская эра завершилась последним четвертым оледенением, оттаиванием льдов на границе Архея и Протерозоя и покрытием суши океаном. Атмосфера Архея была лишена свободного кислорода, который присутствовал лишь в виде следов. Широко распространенное мнение, что атмосфера

среднего и позднего архея практически не содержала свободного кислорода, не совсем верно. Углеродистые сланцы архея являются свидетельством высокой скорости захоронения органического углерода в архее и обильного поступления фотосинтетического кислорода в атмосферу.

До настоящего времени считали, что в архейской эре жизни на Земле не было, зарождение ее произошло только в протерозое. Благодаря находкам в протерозойских отложениях остатков водорослей и различных беспозвоночных, можно утверждать, что жизнь в самой простейшей форме возникла на Земле еще в архее. В архее известны три разновидности объектов, сходных с микрофоссилиями: палочковидные (возможно, сферические) бактериеподобные тела; нитчатые микроскопические структуры; коккоидные микроструктуры, напоминающие одиночные клетки.

По сведениям академика А.Ю. Розанова, микробы и бактерии на Землю попали с метеоритами и метеоритной пылью из космоса. Член-корреспондент Академии наук СССР А.Г. Вологдин и его ученики утверждают, что в два миллиарда шестьсот миллионов лет (конец Архейской – начало Протерозойской эры) существовали бактерии. Как бы они не “опускались” в глубь Земли по лестнице времени глубже и глубже, везде находили жизнедеятельность, прежде всего, железобактерии. Как известно, микробы и бактерии при низких и высоких температурах способны существовать. При этом замедляется только их жизнедеятельность.

Протерозойская эра продолжалась в течение двух миллиардов лет, в это время земной шар вместе с Солнечной системой вокруг Галактики сделал десять циклов. Несколько ледниковых циклов было в архее и протерозое.

Первый свободный кислород появился на границе ядра с мантией, где происходила переработка вещества в конце. Кислород пробивался наружу, но на пути вверх его опять встречало железо и вновь забирало на образование окислов. При этом ядро росло, отбирая железо у мантии, в конце концов путь к поверхности Земли стал свободным. Кислород бурно стал поступать в приземное пространство, рождая будущую атмосферу. Начальная стадия возникновения давления кислорода в атмосфере проявилась 1,8-2 миллиарда лет назад в протерозойской эре, и это привело к возникновению жизни. Вследствие постепенного возрастания окислительного потенциала древней атмосферы, окисление двухвалентного железа теперь переместилось на континенты. Поскольку в результате этого уменьшилось поступление в океаны ионов железа, последние теряли способность поглощать кислород, и все большее количество кислорода стало выделяться в атмосферу.

В этой эре, по-видимому, Земля вместе с солнечной системой проходила теплую зону Галактики, затем



остыла, водяные пары превратились в воду. Возникла гидросфера, вернее океаносфера. В воде появились простые белковые соединения.

Исследователи палеонтологической летописи длительное время были озадачены тем огромным промежутком времени (около трех миллиардов лет, согласно последним данным), которое было необходимо для возникновения органической эволюции – до первого появления древнейшей фауны – эуметазов. В дальнейшем дифференциация жизни была совершена в течение последних семисот миллионов лет истории Земли. Такое замедленное развитие некоторые исследователи объясняют необходимым давлением кислорода, благоприятного для появления жизни. Поддерживая продолжительное время содержание кислорода в окружающей среде на обычном уровне, жизнь получила возможность постепенно приспосабливаться к изменившейся обстановке и стала в конце концов, за счет окислительного разложения органического вещества, удовлетворять свои энергетические потребности.

В конце Протерозойской эры возникают базальтовый (толщина 5-30 километров) и гранитный (толщина 20-45 километров) слои. Объем Земли возрастает, средняя плотность достигает до $5,5 \text{ т/м}^3$.

Докембрийский период был самым длительным. В это время зародилась жизнь на Земле и прошли первые фазы ее эволюции. В осадках протерозоя находят окаменевшие следы червей, окаменелые останки губок, ракообразных моллюсков. Известны также первые наземные растения – псилофиты.

В докембрийскую эру железные руды покрывали почти всю поверхность земного шара. На своем пути Солнце и его планеты при вращении вокруг Галактики не раз встречали Млечный путь и слагающие его обширные скопления железной пыли.

Наиболее полно можно охарактеризовать развитие Земли с кембрийского периода палеозойской эры по настоящее время по предлагаемой нами схеме.

В кембрии Земля вместе с солнечной системой входит в теплую зону Галактики. За счет притяжения центра теплой зоны ось Земли наклоняется, земной шар покрывается водой. Оставшиеся под водой органические вещества начинают разлагаться с помощью бактерий. Поэтому в Кембрии вполне возможно образование похожих на нефти углеводородов. По мере прохождения Земли от центра теплой зоны море отступает, ось Земли постепенно выпрямляется, на климат начинается действие холодной зоны. Жизнь в кембрийском периоде развивалась, главным образом, в морских бассейнах. Из числа животных встречаются представители всех типов беспозвоночных: археоциаты, беззамковых брахиопод, трилобитов, кольчатых червей. Затем Земля попадает в спокойную зону и на ней наступает затишье. Растительный мир в кембрии был беден. В отложениях известны лишь некоторые морские водоросли, а среди

континентальных отложений – споры нематофитонов и псилофитов.

В кембрийский период также происходит наращивание земной коры обломочными отложениями с основными и кислыми вулканами, смятыми в складки, метаморфизованными и интродуцированными гранитами.

В конце Кембрия и начале Ордовика состав и давление атмосферы почти достигают современного уровня, как следствие, происходит эволюционный взрыв, в результате которого моря заселяются первыми сложными организмами нашего мира, главным образом беспозвоночными. Большое распространение получают граптолиты, трилобиты, некоторые головоногие моллюски, ракоскорпионы, плеченогие, морские лилии и др. Климат постепенно становится суровым, влияние холодной зоны увеличивается. Начинается оледенение Земли, ее ось намного наклоняется под тяжестью льда и притяжения центра холодной зоны. На поверхности Земли и в ее недрах вода замерзает, образуются гигантские ледники.

В конце Ордовика за счет расширения льда, действия космоса и центробежных сил вращения Земли, по предположениям геофизиков, единый материк Пангея раскалывается на две части: Лавразию и Гондвану (рис.3). Жизнь на Земле замедляется, все бактерии и микробы замерзают, но не погибают. Это подтверждается тем, что где-то в Индийском океане нашли латимерию – девонскую двоякодышащую рыбу, считавшуюся вымершей четыреста миллионов лет назад. По-видимому, вода в океане не полностью замерзает, подо льдом она остается в жидком состоянии и дает возможность жить подводным существам и растениям.

Этап раздвигания плит продолжался до раннего силура, сопровождался надвигами и формированием отдельных структур и образованием магматических комплексов. Движение плит было с востока на запад. Возникает вопрос: как на сотни километров передвинулись гигантские плиты, как они ползли по Земле? Ответ можно дать предположительно, что плиты двигались по льду, точнее на леднике.

Есть несколько гипотез передвижения плит. Одна из них – гипотеза теплового конвекционного потока О.Г. Сорохтина. Конвекция – это перемещение жидкости или газа из более нагретой области в более холодную. Высокая температура и громадное давление на глубине придают горным породам текучесть, при этом движется пластичный твердый материал.

Согласно оценкам А.С. Мониной, О.Г. Сорохтина и др., расслоение земного шара на тяжелое ядро и более легкую мантию является мощным источником выделения тепла внутри Земли. Избыточное тепло выносится с помощью конвекции при образовании новой океанической литосферы в рифовых трещинах. Они утверждают, что конвективные течения в Земле существовали с момента ее рождения, и они явились

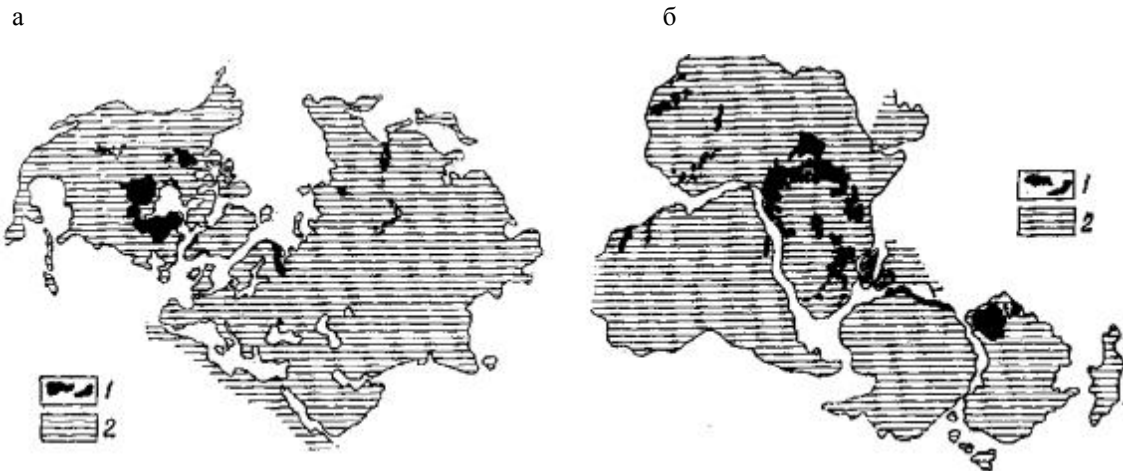


Рис. 3. Разделение суперконтинента Пангея на Лавразию (а) и Гондвану (б)
1 – установленная архейская кора, 2 – континентальная кора [6]

причиной перемещения плит. Во-первых, в момент рождения Земля была холодная, во-вторых, достаточно ли конвективных течений для раздвигания огромных платформ, в-третьих, почему перемещение плит происходит в период оледенения?

Конвективные течения могут дать только трещины или разломы в земной коре.

В Силурийском периоде Земля, проходя холодную зону, под действием теплой зоны начинает греться и таять льды, постепенно ее ось выпрямляется. Суша заселяется псилофитами и примитивными папоротникообразными. В морях пышного развития достигают некоторые водоросли.

В начале Девона Земля полностью освободилась от льда, пространства между Лавразией и Гондваной заполнились водой и превратились в Индийский и Атлантический океаны. В Девоне на климат Земли большое влияние оказывает теплая зона, наступает период субтропиков, начинается бурный расцвет псилофитов, насекомых и земноводных. В морях разнообразная фауна беспозвоночных: четырехлучевые кораллы, мшанки, новые виды плеченогих, в лагунах – панцирные рыбы и гигантские раки. На суше получают развитие плауновые, папоротники и семенные папоротники. По краям океана и на его островах вздымались пышные рощи древовидных папоротников, лепидодендронов, сигиллярий, хвощей. Все они размножались, как и современные папоротники, с помощью спор. Ветер уносил споры и разбрасывал не только по суше, но и на поверхности моря. Намокшие споры опустились на дно и захоронились вместе с фораминиферами.

В середине Девона и в начале Карбона на сушу наступает море и она остается под водой. Под водой остается большое количество водорослей, морских животных, органических веществ, которые накапливаются в низине морского дна. Они при

помощи бактерий разлагаются и превращаются в сапропелевый ил, впоследствии – в нефть. Идет процесс накопления осадков, которые постепенно отлагаются на дне морей. Поверхность земли накрылась стратиграфическими неполными толщами мелководными и неморскими отложениями: песчаниками, известняками, глинистыми сланцами. Нефть приурочилась к позднедевонским песчаникам или девонским соляным куполам.

В конце Девона и начале Карбона море отступает, наклоненная ось Земли начинает выпрямляться. Оставшиеся на возвышенном дне морей древовидные папоротники, хвощи, деревья, водоросли и другие органические вещества покрываются илом, песком, известью. Они постепенно превращаются в каменный уголь. Процесс увеличения массы биосферы и органических веществ продолжается. Название карбона, или каменноугольного периода, было присвоено системе отложений, в составе которой во многих местах были обнаружены залежи каменного угля.

В каменноугольном периоде (карбоне) отмечается пышный расцвет разнообразных животных и растительных форм. Среди беспозвоночных особенно характерно большое развитие фораминифер, четырехлучевых кораллов, плеченогих, иглокожих, мшанок, брюхоногих и головоногих моллюсков, разнообразных членистоногих. Среди наземной фауны широко представлены насекомые, растительный мир отличается богатством форм, относящихся к плауновым, членистостебельным папоротникам и голосеменным. Некоторые виды растительного мира – древовидные папоротники, хвощи, плауновые и пр. – достигают гигантских размеров и высотой до 15-25 метров. В этот период на Земле вновь наступает затишье. В геологической истории Земли кончился каледонский этап и начался новый – герцинский.



В конце Карбона – начале Перми климат Земли начинает меняться. Большое влияние оказывает холодная зона. Погода на Земле постепенно холодает, и Земля покрывается льдами, наступает очередное оледенение. Ось Земли наклонилась, как утверждают ученые, под тяжестью льда и притяжения холодного центра Галактики на 10-14 градусов.

Под влиянием сил вращения Земли, притяжения Солнца, расширения льда в недрах и действия космических сил материи Лавразия и Гондвана раскалываются, образуя платформы: Евразия, Америка, Тихоокеанскую, Индоавстралийскую и Атлантическую, которые расположились на океаническом дне некогда существовавшего океана Тетис. Они превращаются в современные материи. Пространства между ними заполняются водой, образуя Тихий, Атлантический, Индийский и Северный Ледовитый океаны.

В конце пермского периода Сибирская плита начала передвигаться, сжимая Русскую платформу. По расчетам профессоров И.В. и Д.И. Мушкетовых, величина давления земной оболочки (при радиусе 6370 километров и удельном весе в $2,7 \text{ г/см}^3$) составляет 17 200 000 тонн на квадратный метр сечения земного шара. При таком давлении все твердые вещества превращаются в пластическое состояние. Разрушая внешнюю оболочку Земли, эти пластические породы вздымаются вверх на поверхность. Раздвигание плит сопровождалось надвигами и формированием отдельных структур и образованием магматических комплексов – Уральских гор.

Научные сотрудники Института геологии и геохимии Уральского научного центра Академии наук СССР в районе города Златоуста в обрывах реки Изранды взяли образцы неизвестной породы. Ее назвали Израндитом. Когда определили возраст породы, все были в растерянности. Породы было более четырех миллиардов лет! Не поверили, еще раз в той же местности взяли образцы, и что вы думаете – опять возраст два миллиарда триста миллионов лет. Откуда эти породы? Конечно, при образовании Уральских гор они поднимались из глубинных слоев Земли. Ведь нашли в образцах пород фауну и многочисленные остатки спор растений каменноугольного, девонского и силурийского периодов.

Итак, в истории земной коры движение плит играет существенную роль. При взаимодействии плит между собой происходит ряд геологических событий: на границах плит происходят землетрясения, растут горные системы, появляются вулканы, возникают океанические желоба. Толщина плит достигает примерно 100-150 километров, включая в себя земную кору и верхние слои мантий. Перемещаются плиты, точнее, части сферы.

Американская платформа, перемещаясь на леднике, встречающиеся впереди осадки собирала в виде горных цепей на ее краю и образовала Кордильеры

и Анды. Африканская и Тихоокеанская платформы, сжимая Русскую и Сибирскую, образовали горные цепи – Альпы, Кавказ, Памир, Тянь-Шань и Гималаи.

Ледники, перемещаясь по дну замерзших океанов на северный и южный полюсы, образовали рифтовые пояса. Когда ось Земли занимает прежнее положение, на ее поверхность попадает два процента солнечной теплоты, из которой 80-85 % распределяется по экватору и среднему поясу, а остальное – на северный и южный полюса. Возникает вопрос, почему на Арктике и Антарктике не бывает извержения вулканов и землетрясений? Потому что мощные слои льда и мерзлой земли охлаждают и создают большое давление на мантию. Между прочим, периодичность оледенения и наступления на сушу морей и океанов является способом охлаждения земной коры, что не дает расширяться земному шару.

В конце Триаса Солнечная система выходит из холодной зоны. В Юре поверхность Земли покрывается водой от таяния льдов, заполняя трещины, разломы и т.д. На материках появляются моря, озера и реки.

В триасовом периоде появились первые млекопитающие, в юрском – первые птицы, имевшие много общих черт с пресмыкающимися. В растительном мире мезозоя, начиная с триасового и до половины мелового периода, преобладали виды голосеменных растений. Во второй половине мелового периода появились покрытосеменные. Поверхность суши покрылась растительностью, похожей на современную. Для всей мезозойской эры характерны представители головоногих моллюсков, иглокожие (морские ежи, морские лилии), а также шестилучевые кораллы.

Богатая растениями и различными животными земная поверхность в Юре покрывается морями и океанами. Оставшиеся под водой растения и животные без доступа кислорода разлагаются, образуя из раковин и скелетов слои извести и мела. Название мелового периода, как и каменноугольного, присвоено из-за петрографического состава отложений, среди которых широко распространены слои белого писчего мела (например, мощные пласты до 40 метров на Лебединском карьере в Белгородской области).

В конце Мела и в начале Кайнозойской эры моря и океаны отступают. Суша освобождается от воды. Появляется последний осадочный слой, образовавшийся путем осаждения вещества в водных и воздушных условиях, заканчивается формирование земной поверхности. Радиус земного шара достигает до 6370 километров.

Кайнозойская эра (67 миллионов лет – ныне) делится на палеогеновый (продолжительность 41 миллион лет), неогеновый (24 миллиона лет) и четвертичный (1,5-2 миллиона лет) периоды.

В этой эре господствовали млекопитающие, птицы, покрытосеменные растения, пришедшие на смену организмам, вымершим в конце мелового периода. Появились современные, или близкие к ним, виды



наземных и морских животных и растений. На грани неогенового и четвертичного периодов появился человек. Если палеогеновый и неогеновый периоды были относительно спокойными и благоприятными, то четвертичный период отличался суровым климатом, так как Земля начала входить в холодную зону Галактики. В этих условиях шла эволюция органического мира.

По современным представлениям, Земля состоит из земной коры, мантий и ядра. В свою очередь земная кора состоит из осадочного слоя толщиной 10-15; гранитного – 20-40; базальтового – 5-30 километров.

Под земной корой расположена оболочка мантий. Эта мощная геосфера, имеющая толщину от 8-80 до 2900 километров. Она по своим свойствам неоднородна. Граница между мантией и ядром достаточно четко проходит на глубине 2900 километров.

Все сведения о составе и строении ядра Земли являются предположениями и догадками. Ядро разделено на внешнюю и внутреннюю оболочки. Во внешней оболочке ядра давление достигает до 1,5 миллиона атмосфер, а плотность – 12 г/см³. Во внутреннем, или центральном, ядре давление составляет 3,5 миллионов атмосфер, плотность вещества резко возрастает до 17,3-17,9 г/см³. Вещество в центре ядра может быть сжато в несравненно большей степени, чем в поверхностных частях земного шара. Экспериментально доказано, что свойствами ядра может обладать вещество, содержащее 80% железа и 20% кремнезема.

Таким образом, в возникновении и развитии Земли основную роль играли совокупности космических сил, периодичность движения солнечной системы вокруг Галактики, вращение земного шара вокруг солнца и вокруг своей оси, поскольку Земля является частицей Вселенной.

По предложенной нами схеме, мы можем прогнозировать дальнейшее развитие Земли. Солнечная система вместе с Землей, приближаясь к центру холодной зоны Галактики, постепенно начинает охлаждаться. Накопленное в атмосфере огромное количество водяных паров конденсируется и в виде дождя выпадает на землю, затопля обширную поверхность. За счет притяжения центра холодной зоны и постепенного наклона оси Земли начинаются постепенное повышение температуры в средних полосах земного шара, землетрясения, наводнения и другие катаклизмы, что мы сейчас наблюдаем. Пришла к движению Индоавстралийская платформа, которая начала сжимать евроазиатскую платформу.

При сжатии напряжение накапливается постепенно в течение многих лет, а катаклизмы, как землетрясение или извержение вулканов, происходят мгновенно. Подтверждением является сильное землетрясение 26 декабря 2004 года в Индийском океане, в результате напоязания этих двух платформ друг на друга, приведшее к образованию разрушительного цунами. В сжатой зоне оказались восточная Азия, в частности Таиланд, Индия, Шри-Ланка, Филиппины, Афганистан, Пакистан, прилегающие к ним территории, где сейчас происходят землетрясения и горообразования. Происходит расширение Атлантического, сокращение Тихого океанов. Этот процесс продолжается, и примерно через 20-25 миллионов лет поверхность Земли покроется льдами. Дальше могут образоваться новые континенты или некоторые платформы соединяться, и начнется новый галактический цикл, оставшиеся подо льдами дна океанов животный и растительный мир вновь начнут свою эволюцию.

Литература

1. Малахов А.А. Краткий курс общей геологии. – М.: Высшая школа, 1969. – 232 с.
2. Малахов А.А. Новости Каменного Урала. – Свердловск: Средне-Уральское книжное изд-во, 1978. – 175 с.
3. Жуков М.М., Славин В.И., Дунаева Н.Н. Основы геологии. – М.: Недра, 1970. – 528 с.
4. Минору Озима. История Земли. – М.: Изд-во “Знание”, 1983. – 205 с.
5. Ушаков С.А. От гипотезы дрейфа материков к теории глобальной тектоники. / В кн. Наука и человечество. – М.: Изд-во “Знание”, 1983. – 102-113 с.
6. Ранняя история Земли / Под ред. Б.Уиндли. – М.: Изд-во “Мир”, 1980. – 620 с.
7. Рид Г., Уотсон Дж. История Земли. Поздние стадии истории Земли. – Л.: Недра, 1981. – 408 с.
8. Друянов В.А. Загадочная биография Земли. – М.: Недра, 1981. – 96 с.
9. Назаров Г.Н. Оледенения и геологическое развитие Земли. – М.: Недра, 1971. – 153 с.
10. Баренбаум А.А. Галактика, Солнечная система, Земля. Соподчиненные процессы и эволюция. – М.: ГЕОС, 2002. – 394 с.
11. Гангнус А. Тайна земных катастроф / Несколько вступлений к теме геопрогноза. – М.: Мысль, 1985. – 189 с.



УДК 523.53:521.75

В.С. Заболотников – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры геодезии
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ДВИЖЕНИЯ И ПРИТЯЖЕНИЯ ПЛАНЕТЫ НА ФУНКЦИЮ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПАДАЮЩЕГО ПОТОКА МЕТЕОРНЫХ ЧАСТИЦ

Применение методов статистической физики, в частности различного вида распределений метеоров и метеорных частиц по физическим и динамическим характеристикам, является необходимым приемом в метеорной астрономии и обуславливается, прежде всего, огромным объемом экспериментальных данных по регистрации метеоров. Распределения позволяют представить в виде таблиц, графиков или функций любые по размерам массивы наблюдений, что, с одной стороны, значительно облегчает анализ свойств метеорного вещества, с другой – дает возможность выявить наиболее общие характеристики, присущие большой совокупности метеорных тел. К недостаткам применения распределений, на наш взгляд, следует отнести сложность учета различных видов селекций, которые значительно влияют на результаты наблюдений в метеорной астрономии. Рассмотрим, например, функцию распределения плотности падающего потока, введенную в [1, 2, 3], и ее преобразование в гравитационном поле движущейся Земли

$$Q(\varepsilon, \psi, v) = \frac{dN}{d\varepsilon d\psi dv \sin \varepsilon dt d\Theta}, \quad (1)$$

где dN – число частиц, ε – элонгация радианта, ψ – эклиптическая широта радианта, v – скорость метеорной частицы, t – время, $d\Theta$ – площадка, перпендикулярная вектору скорости v .

Для того чтобы учесть влияние движения и притяжения Земли на функцию $Q(\varepsilon, \psi, v)$, необходимо найти преобразование дифференциалов $d\varepsilon$, $d\psi$, dv , $d\Theta$ под действием указанных факторов, что представляет значительно более сложную задачу, чем определение орбиты отдельной частицы. Использование фазовой функции для анализа данной проблемы, на наш взгляд, не позволяет решить эту задачу в окончательном виде, как это утверждается в [1, 2, 3]. При выводе якобиана преобразования был допущен целый ряд серьезных недочетов, что позволяет еще раз рассмотреть задачу по учету влияния притяжения и движения Земли на функцию распределения плотности падающего потока (1).

Учет притяжения Земли

При анализе влияния гравитационного поля Земли на функцию распределения плотности падающего потока в работах [1, 2, 3] использовались понятия фазового пространства и фазовой функции, заданной в прямоугольной системе координат, а также теорема Лиувилля

$$F(\mathbf{r}, \mathbf{v}) = \frac{dN}{dx dy dz d\mathbf{v}}, \quad (2)$$

где dN – число частиц, $\mathbf{r}$, $\mathbf{v}$ – импульсы единичной массы.

Необходимо обратить внимание на следующий важный факт. Элемент объема в физическом пространстве $dr = dx dy dz$ и элемент объема в пространстве скоростей $d\mathbf{v} = dv_x dv_y dv_z$ определены в одной и той же системе прямоугольных координат, начало которой расположено в центре Земли. Другими словами, вектор скорости задан в проекции на те же координатные оси, что и конфигурационное пространство. Подобный выбор не является случайным, поскольку для доказательства теоремы Лиувилля необходимо, чтобы переменные, от которых зависит фазовая функция, были канонически сопряжены и удовлетворяли уравнениям движения Гамильтона.

Далее авторами [1, 2, 3] вводятся функции F_∞ и Q_∞ – искаженные притяжением Земли, а также F_g и Q_g – в окрестности точки, свободной от влияния гравитационного поля Земли. Поскольку на основании теоремы Лиувилля $F_\infty = F_g$, то остается найти зависимости между F_∞ и Q_∞ с одной стороны и между F_g и Q_g – с другой. Для этого в физическом пространстве осуществляется переход от прямоугольных к топоцентрическим сферическим координатам, а в пространстве скоростей – к сферической системе, начало которой находится в центре собирающей площадки, расположенной в метеорной зоне. В этом случае элемент объема в скоростном пространстве выражается простым соотношением

$$dv = v^2 \sin \varepsilon dv d\varepsilon d\psi. \quad (3)$$



Однако именно такая замена является неправомерной, поскольку, как это отмечалось выше, в исходной фазовой функции все аргументы отнесены к единой системе прямоугольных координат. Если в физическом пространстве перейти к сферической системе координат по стандартным уравнениям

$$\begin{aligned}x &= r \sin \varphi \sin \lambda \\y &= r \sin \varphi \cos \lambda \\z &= r \cos \varphi,\end{aligned}\quad (4)$$

то формулы преобразования системы координат в скоростном пространстве получаются путем дифференцирования соотношений (4) по времени. Причем в равенствах (4) λ , φ – долгота и широта точки на границе атмосферы, в которой находится метеорная частица на момент наблюдения. Пренебрегая размерами собирающей площадки в метеорной зоне по сравнению с размерами Земли, можно считать, что λ , φ – координаты центра собирающей площадки. Дифференцирование формул (4) по времени позволяет получить следующие выражения для импульсов в сферической системе координат [4]:

$$p_r = \dot{r}, \quad p_\varphi = r^2 \dot{\varphi}, \quad p_\lambda = r^2 \cos^2 \varphi \dot{\lambda}.$$

Таким образом, если в фазовой функции выполнить корректную замену переменных, то проблема учета влияния притяжения Земли на Q остается такой же неразрешимой, как и в прямоугольной системе координат.

Если предположить, что все метеорные частицы движутся по радиус-вектору через центр Земли, то элемент объема в скоростном пространстве действительно выражается соотношением (3). Другими словами, решение, полученное в [1, 2, 3], можно считать исчерпывающим только для стационарных метеоров, которые, как известно, являются весьма редким природным явлением.

С учетом высказанных замечаний можно вывести формулу, учитывающую изменение плотности падающего потока $Q(\epsilon, \psi, v)$ под влиянием гравитационного поля Земли для более реального случая движения метеорных частиц. При этом будем исходить из хорошо известного физического факта, который следует из решения гидродинамического уравнения неразрывности, а именно – сохранения потока частиц вдоль траектории при движении в поле притяжения планеты. Другими словами,

$$\frac{dN}{dt} = \text{const.} \quad (5)$$

Пренебрежем изменением кривизны траектории под влиянием гравитационного поля. Тогда координаты радианта останутся постоянными величинами, следовательно

$$d\epsilon_\infty d\psi_\infty \sin \epsilon_\infty = d\epsilon_g d\psi_g \sin \epsilon_g. \quad (6)$$

Из интеграла энергии, при предположении, что высота образования метеоров не зависит от скорости частиц, следует

$$v_\infty dv_\infty = v_g dv_g, \quad (7)$$

где v_∞ – скорость частицы на границе атмосферы Земли, v_g – скорость на «бесконечности» по отношению к движущейся Земле.

Для преобразования площадки $d\Theta_\infty$ используем формулу, полученную Эпиком [5], или полностью равнозначное ей соотношение, выведенное в работе [6]. Так как полученное выражение имеет очень сложный вид, обозначим его для краткости через I . Тогда

$$d\Theta_g = I d\Theta_\infty. \quad (8)$$

Из уравнения (5) можно получить следующее соотношение:

$$\left(\frac{dN}{dt} \right)_\infty = \left(\frac{dN}{dt} \right)_g. \quad (9)$$

Далее, разделим почленно обе части уравнения (9) на равенства (6), (7) и (8). Отсюда получим

$$\begin{aligned}\frac{dN}{d\epsilon_g d\psi_g dv_g dt d\Theta_g \sin \epsilon_g} &= \\&= \frac{dN}{d\epsilon_\infty d\psi_\infty dv_\infty dt d\Theta_\infty \sin \epsilon_\infty} I \frac{v_g}{v_\infty}\end{aligned}\quad (10)$$

В более короткой записи формулу (10) можно представить в виде

$$Q_g(\epsilon_g, \psi_g, v_g) = Q_\infty(\epsilon_\infty, \psi_\infty, v_\infty) I \frac{v_g}{v_\infty}. \quad (11)$$

Соотношение (11) в большей степени соответствует реальному движению метеорных частиц, чем уравнения, полученные в [1, 2, 3], и может быть использовано для обработки наблюдений метеоров с целью учета влияния притяжения Земли.

Учет движения Земли

Для учета влияния движения планеты на распределение плотности падающего потока в работах [1, 2, 3] также используются фазовая функция и теорема Лиувилля. Авторы исследований утверждают, что, если через F_h обозначить фазовую функцию в точке, неподвижной относительно Солнца, то можно записать

$$F_g(\mathbf{r}_g, \mathbf{v}_g) = F_h(\mathbf{r}_h, \mathbf{v}_h). \quad (12)$$



В формуле (12) $\mathbf{v}_h$ – гелиоцентрический вектор скорости.

Уравнение (12) позволяет сделать вывод, что, если мы пронаблюдаем в некоторый момент времени одну и ту же частицу с поверхности движущейся и неподвижной планеты, то у нее должен измениться не только вектор скорости, но и радиус-вектор $\mathbf{r}$, определяющий ее положение относительно центра Земли. Подобное изменение невозможно, поскольку в один и тот же момент времени частица не может находиться в двух разных точках физического пространства. С учетом высказанных замечаний, можно записать следующее равенство [7]:

$$F_g(\mathbf{r}_h, \mathbf{v}_g) = F_h(\mathbf{r}_h, \mathbf{v}_h). \quad (13)$$

В формуле (12) координаты центра единичного объема имеют разное значение в единой системе топоцентрических координат. В равенстве (13) центр одного и того же единичного объема определяется в одной системе координат – гелиоцентрической. В последнем случае положение объема в физическом пространстве не меняется.

Получим новые формулы, учитывающие влияние движения Земли на функцию распределения плотности падающего потока, представленную в форме (1). Для этого воспользуемся соотношением (2). Запишем

$$dN = F_h d\mathbf{r}_h d\mathbf{v}_h. \quad (14)$$

Элемент объема в скоростном пространстве выразим с помощью соотношения (3), а в координатном пространстве – через площадку, скорость и единицу времени

$$dN = F_h \sin \varepsilon_h v_h^2 d\varepsilon_h d\psi_h dv_h d\Theta_h v_h dt. \quad (15)$$

Поделим обе части уравнения на $\sin \varepsilon_h d\varepsilon_h d\psi_h dv_h d\Theta_h dt$. Это дает

$$Q_h(\varepsilon_h, \psi_h, v_h) = F_h v_h^3. \quad (16)$$

Представим левую часть уравнения (13) в следующей форме:

$$dN = F_g \sin \varepsilon_g v_g^2 d\varepsilon_g d\psi_g dv_g d\Theta_h v_h dt. \quad (17)$$

Площадка, перпендикулярная геоцентрическому вектору скорости, выражается с помощью следующего соотношения:

$$d\Theta_g = \frac{d\Theta_h}{\cos \varphi}, \quad (18)$$

где φ – угол между нормальными к площадкам $d\Theta_h$ и $d\Theta_g$.

В формулах (15) и (17) $v_h dt$ есть расстояние, с которого частица еще может пересечь неподвижную собирающую площадку за время dt . Другими словами,

за время dt неподвижную площадку пересекут все частицы, находящиеся в объеме $d\Theta_h v_h dt = d\Theta_g \cos \varphi v_h dt$. Однако, очевидно, что движение Земли изменит относительную скорость метеороида и в результате площадку за тот же самый промежуток времени dt пересечет другое число частиц, которое находится в другом по размерам объеме. Относительная скорость метеороида, спроектированная на нормаль к площадке $d\Theta_g$, будет складываться из двух составляющих: проекции на нормаль собственной гелиоцентрической скорости частицы и проекции на ту же нормаль скорости движения Земли.

Или

$$v_g^n = v_h \cos \varphi + v_t \cos \varepsilon_g, \quad (19)$$

где v_t – скорость Земли, ε_g – угол, между векторами $\mathbf{v}_t$ и $\mathbf{v}_g$.

Для того чтобы удовлетворить требованию сохранения числа частиц, найдем промежуток времени dt_g , за который частица, двигаясь со скоростью v_g^n , преодолеет расстояние $v_h dt$. Очевидно, что

$$v_h dt = v_g^n dt_g = (v_h \cos \varphi + v_t \cos \varepsilon_g) dt_g. \quad (20)$$

С учетом соотношения (18) и (20) можно записать

$$d\Theta_h v_h dt = d\Theta_g \cos \varphi \frac{(v_h \cos \varphi + v_t \cos \varepsilon_g) dt_g}{v_h}. \quad (21)$$

Из треугольника сложения скоростей следует, что

$$v_h \cos \varphi + v_t \cos \varepsilon_g = v_g. \quad (22)$$

Уравнения (21) и (22) позволяют переписать формулу (17) следующим образом:

$$dN = F_g v_g^3 \sin \varepsilon_g \cos \varphi dv_g d\varepsilon_g d\psi_g d\Theta_g dt. \quad (23)$$

Исходя из определения функции распределения плотности падающего потока, запишем

$$Q_g(\varepsilon_g, \psi_g, v_g) = F_g v_g^3 \cos \varphi. \quad (24)$$

Равенства (13), (16) и (24) дают следующую зависимость между функциями Q_g и Q_h :

$$Q_h(\varepsilon_h, \psi_h, v_h) = Q_g(\varepsilon_g, \psi_g, v_g) \frac{v_h^3}{v_g^3 \cos \varphi}. \quad (25)$$

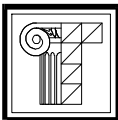
Учитывая соотношение (11), получим в окончательном виде зависимость между наблюдаемой функцией распределения Q_∞ и распределением метеорных частиц, свободным от влияния движения и притяжения Земли Q_h .

$$Q_h = Q_\infty \frac{v_h^3}{v_g^2 v_\infty \cos \varphi} I. \quad (26)$$



Литература

1. Андреев В.В., Белькович О.И. Преобразование падающего потока спорадических метеоров в гравитационном поле движущегося тела. // Астр. вест., 1975, 9, № 1. – С. 40-44.
2. Андреев В.В. Распределение метеорного вещества в окрестностях орбиты Земли. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук. – Казань, 1981. – 207 с.
3. Белькович О.И. Астрономическая селекция при наблюдениях метеоров и методы ее учета. // Астр. вестн., 1983, 17, № 3. – С.108-115.
4. Субботин М.Ф. Введение в теоретическую астрономию. – М.: Изд-во «Наука», 1968, Гл. XX, §6. – С. 649-653.
5. Opik E.J. Analysis of 1436 meteor velocities. Pub. Obs. Astr. Tartu, 1940, 30, № 5.
6. Андреев Г.В., Бабаджанов П.Б. Влияние гравитационного поля Земли на структурные характеристики метеорных потоков. Тезисы докл. Всесоюзн. симп. «Метеорное вещество в окрестности орбиты Земли». – Казань, 1980.
7. Чепмен С., Каулинг Г. Математическая теория неоднородных газов. – М.: Изд-во «Иностр. литер.», 1960. – 510 с.



УДК 341

А.В. Стригулина – ассистент кафедры производственной безопасности и права
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ПРАВОВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РОССИИ И СИСТЕМЫ ООН В СФЕРЕ МЕЖДУНАРОДНОГО ТУРИЗМА

Согласно сложившемуся мнению отечественных исследователей в области права в сфере международного туризма – К.А. Комарова, Ю.Н. Соколова, Н.С. Барчуковой, К.Г. Борисова, система ООН, включающая ее органы и специализированные учреждения, с момента создания занимает особое место в вопросах развития и международно-правового регулирования международного туризма. Это положение еще более укрепилось в результате заключения 23 декабря 2003 г. Соглашения между ООН и Всемирной туристской организацией [1], зафиксировавшего статус последней в качестве специализированного учреждения ООН (ст. 1 (I)).

В целом отмечая, что деятельность ООН в сфере международного туризма достаточно подробно изучалась в разное время в работах указанных авторов [2], мы остановимся на рассмотрении некоторых общих вопросов их функционирования в рамках обозначенной темы исследования.

Так, в последние годы деятельность органов ООН сосредоточена на достижении Целей развития тысячелетия (ЦРТ) [3]: обеспечение устойчивого развития, охрана экологии, искоренение нищеты, предоставление работы для всех, гуманитарное сотрудничество, формирование глобального партнерства в целях развития и др., претворение в жизнь которых тесно связано с дальнейшим совместным развитием государствами туризма. Российская Федерация, поддерживая политику ООН в приоритетности решения обозначенных проблем, принимает самое активное участие в рабочих сессиях, форумах и конференциях, проводимых ее органами: участвует в исследованиях, в составлении докладов и текстов международно-правовых актов, выдвигает инициативы, содействующие достижению ЦРТ и развитию международного туризма. Являясь бессменным членом ЭКОСОС (Экономического и социального совета ООН) с момента создания, как и членом ГА ООН (Генеральной Ассамблеи), Россия выступает за укрепление центральной роли этого органа в качестве основного механизма для общесистемной координации деятельности ООН в экономической и социальной областях, за развитие более тесного сотрудничества между ООН и международными финансово-экономическими

институтами, частным сектором и гражданским обществом, за обеспечение большей эффективности чрезвычайного гуманитарного содействия, что в значительной мере отражает государственную туристскую политику РФ.

В плане практического взаимодействия Россия сотрудничает с органами, оперативными фондами и программами ООН по широкому спектру смежных с туризмом проблем устойчивого развития, с целью обеспечения достойных условий жизни и социально-экономического прогресса при сохранении окружающей среды. В этой связи, помимо активной деятельности **Комиссии ООН по устойчивому развитию** и **ЮНЕП** (Программы ООН по окружающей среде), большую значимость для России приобретает **Форум ООН по лесам**. Под его эгидой идет проработка вопросов устойчивого управления лесами всех видов, рассматривается проблема сохранения лесов и развитие туризма. Россия также принимает участие в разработке многих природоохранных конвенций (по климату, биологическому разнообразию, опустыниванию и т.д.). Повышенный интерес представляет сотрудничество с органами ООН в области реагирования на чрезвычайные ситуации, обусловленный, главным образом, оперативным участием России в международных мероприятиях по ликвидации их последствий, что в свою очередь способствует продвижению развития безопасного туризма.

Для настоящей работы представляет интерес участие России в деятельности вспомогательных органов ООН в сфере туризма – региональной экономической комиссии для Европы (**ЕЭК**), Азии и Тихого океана (**ЭСКАТО**).

Так, к примеру, в декабре 2001 г. на сессиях рабочих групп Комитета по внутреннему транспорту ЕЭК российская делегация высказалась за активизацию разработки Программы по развитию евроазиатских наземных транспортных связей ЕЭК/**ЭСКАТО**, которую также посчитала необходимым включить в стратегические направления работы Комитета на 2002-2006 гг. При этом реальное развитие транспортных коридоров на данном направлении даст возможность увеличения туристских потоков и активизирует межрегиональное и межгосударственное сотрудничество в сфере туризма. 22 февраля 2005 г. на



60-й сессии ЕЭК в Женеве, посвященной вопросам выполнения договоренностей Международной конференции по финансированию развития в регионе ЕЭК, Россия высказалась за дальнейшую мобилизацию и эффективное использование международного финансового и технического содействия в странах СНГ, где усиливающиеся процессы развития туризма нуждаются в такой помощи.

Следует отметить, что Россией в результате работы в рамках ЕЭК были проведены: упрощение формальностей для временного ввоза личного транспорта; введена система «зеленой карточки», позволяющая автотуристам дополнительно не страховать при пересечении границ; достигнуто улучшение туристского обслуживания на международных путях; оказано содействие большому единообразию в дорожных правилах, дорожных знаках и указателях; создана сеть основных европейских международных дорог и другое.

Взаимодействие в сфере туризма в рамках ЭСКАТО, как и в ЕЭК, развивается со значительным уклоном в сторону транспортной проблематики. В частности, в 2004 г. странами-членами ЭСКАТО было принято Межправительственное соглашение по сети азиатских автомобильных дорог, вступившее в силу 4 июля 2005 г. [4]. Его реализация способствует дальнейшему совершенствованию обозначенных в нем автодорог России, повышению их инвестиционной привлекательности, в том числе и с целью развития туризма. В ноябре 2005 г. (Бангкок) в рамках ЭСКАТО согласован проект другого Международного соглашения по развитию трансазиатской сети железных дорог, предусматривающего создание трансазиатской железной дороги, соединяющей 27 стран региона, в рамках которого Россия объединена в один из четырех коридоров (Северный) с Китаем, Казахстаном, Монголией и Корейским полуостровом. При этом эксперты ЭСКАТО считают, что железные дороги дадут возможность для развития более экономичного, экологически чистого и быстрого вида международных перевозок.

В рамках последних сессий ЭСКАТО (61-й, 62-й) также обсуждались другие смежные с туризмом области сотрудничества: развитие инфраструктуры региона, охрана окружающей среды, предотвращение стихийных бедствий. Итоги этих сессий способствуют расширению участия России в экономических и экологических процессах, в том числе по линии туризма, в АТР, подключению в полной мере Сибири и Дальнего Востока к деятельности ЭСКАТО.

Россия сотрудничает с другим вспомогательным органом ООН – ПРООН (Программой развития ООН), который ввиду предоставления многосторонней технической помощи в различных социально-экономических сферах имеет огромное значение для развития туризма. При этом важным элементом ее стратегии является опора на концепцию национального

исполнения (это более 90% всех проектов в России).

В сотрудничестве с Правительством РФ ПРООН разработала общую Программу для России на 2004-2007 гг., в соответствии с которой определена работа в таких областях, как устойчивое социально-экономическое развитие, новые технологии и охрана окружающей среды. В рамках Программы орган осуществляет 35 проектов общим объемом около 85 млн. дол. США в области развития инфраструктуры, сохранения биоразнообразия, борьбы с ВИЧ/СПИД, поддержки малых и средних предприятий и др. Проекты осуществляются как на федеральном, так и региональном уровнях. В тех регионах, где ПРООН проявляет наибольшую активность, действуют проектные офисы, выполняющие координационные функции, помимо открытого с 1998 г. головного представительства ПРООН в Москве. В частности, на Камчатке, где реализуется крупный проект по развитию охраняемых территорий и сохранению уникальных экологических систем, обуславливающий развитие экотуризма, который в свою очередь будет способствовать достижению целей проекта.

Россия в рамках Программы ООН, имея возможность определять область, цели и параметры необходимой технической помощи, к тому же являясь членом Исполнительного совета ПРООН, который владеет оперативной информацией о современных технологиях, их возможностях и внедрении, позволяющих развивать туристский сектор и получать от него социально-экономические выгоды: новые рабочие места, развитую инфраструктуру, инвестиционные вливания, финансовую прибыль, и в конечном итоге – повышение благосостояния населения, обладает хорошей основой для развития туризма.

Следует также заметить, что Россия не только пользуется помощью ПРООН, но и все чаще сама становится страной-донором, которая может предоставить техническое содействие и гуманитарную помощь другим странам.

ЮНЕП, назначенная ведущим центром по реализации Повестки дня XXI века в отношении туризма, разработала стратегию устойчивого туризма. В связи с этим актуальными формами практического взаимодействия в сфере туризма России и ЮНЕП являются реализация проектов и участие в универсальных и региональных конвенциях и программах экологической направленности, развитие системы международных и национальных юридических инструментов в области окружающей среды, распространение и обмен экологической информацией. Функции по координации этого сотрудничества возложены на Министерство природных ресурсов РФ (МПР РФ), которое участвует также в деятельности по охране лесов, борьбе с опустыниванием, по разработке и реализации ряда региональных планов ЮНЕП (по управлению и охране



морской и прибрежной окружающей среды Северо-западной части Тихого океана - ПД NOWPAP; по Чёрному морю в рамках проекта Глобального экологического фонда; по защите природной среды акватории и береговой зоны Каспийского моря), по разработке механизмов оценки воздействия на окружающую среду для стран СНГ, совершенствованию природоохранного законодательства. В 2004 г. был запущен широкомасштабный проект по защите морской окружающей среды в Арктике.

В целом, следует отметить, что международное сотрудничество в области природоохранной деятельности является составной частью национальной политики России и определяется стратегическими интересами в сфере обеспечения экологической безопасности в процессе перехода страны к устойчивому развитию, достижение которого невозможно без проведения соответствующей политики в сфере туризма.

Отдельный интерес представляют специализированные учреждения ООН, проводящие свою деятельность в интересах развития международного туризма при помощи программ, осуществляемых в соответствующих главных областях своей деятельности, или при выполнении проектов, связанных с туризмом. При этом направленность таких программ в сфере туризма определяется задачами, стоящими перед ними в области развития международного экономического, социального и культурного сотрудничества государств, которые составляют часть общих задач ООН.

В этом ряду организаций на первом месте стоит **ЮНВТО***, основная задача которой определена, как содействие развитию туризма. Россия участвует в ее деятельности с момента создания путем подписания Устава в 1970 г.

Взаимодействие со странами-членами происходит посредством направления организацией на места своих региональных представителей, базирующихся в штаб-квартире (Мадрид). При этом их деятельность выходит за рамки функций послов по особым поручениям: они встречаются с руководителями индустрии туризма всех стран соответствующего региона; обеспечивают контакты между туристскими ведомствами и организациями, предоставляющими финансирование, особенно с ПРООН, для разработки целевых проектов развития; организуют национальные семинары по актуальной для страны тематике; проводят региональные конференции по международным проблемам; помогают налаживать контакты между туристскими властями и иными госструктурами и другое.

* Так называется ВТО с 2005 г. – Всемирная туристская организация Объединенных Наций (ЮНВТО).

**Сейчас это подведомственность Федерального агентства по туризму РФ.

В частности, 8-10 декабря 1998 г. во Владивостоке прошел региональный семинар по безопасности в области туризма, организованный ЮНВТО, Государственным комитетом по физической культуре и туризму РФ** и Администрацией Приморского края РФ, позволивший получить рекомендации по выработке комплексной системы мер безопасности путешествующих по ряду направлений, таких как: защита туристов от рисков, связанных с преступностью и терроризмом, включая безопасность средств размещения (борьба с ЧП в гостинице) и туристского транспорта; предотвращение и борьба с различными катастрофами в турцентрах; охрана здоровья и эпидемиологическая защита туристов; борьба против незаконного оборота наркотиков; страхование туристских рисков. В ходе семинара был оценен опыт организации систем мер по обеспечению безопасности туризма в России в рамках деятельности поисково-спасательных формирований МЧС РФ. В принятой по итогам семинара Декларации выражена надежда на активизацию национальных и международных программ по уменьшению рисков для путешественников, работников туристской отрасли и местного населения в Дальневосточном регионе России и во всем мире [5].

С 17 по 20 октября 2004 г. в Чехии прошла третья по счету для стран Европы региональная Конференция ЮНВТО по сертификации устойчивости, в которой участвовали 23 страны, включая Россию. Конференция призвала к общим усилиям по сертификации и учреждению эко-ярлыков для всех местных туристских видов деятельности, а также для муниципальной инфраструктуры и услуг. Особое внимание было уделено роли правительств в упрощении сертификации и необходимости сотрудничества между участниками туристского процесса. Обмен опытом стал особенно полезным для участников из центральной и восточной Европы, включая Россию, планирующей разработку схем сертификации устойчивости [6]. В этой связи следует отметить, что Европа, являясь наиболее передовым регионом в обозначенной сфере, может служить примером для перенятия опыта и, в первую очередь, для осуществления сотрудничества в сфере туризма на уровне Россия-ЕС и в рамках СНГ.

С 3 по 5 октября 2002 г. в Санкт-Петербурге прошла 69-я сессия Исполнительного Совета ЮНВТО, организованная Департаментом туризма Минэкономразвития РФ. На этом форуме Россия была избрана Председателем Совета на 2003 г., что послужило дальнейшему укреплению ее международного авторитета, явилось показателем активного взаимодействия национальной туристской администрации и Организации, содействовало рекламному продвижению страны как международного туристского направления и предоставило больше возможностей влиять на решения рабочих сессий ЮНВТО.



Уникальная правовая позиция Организации позволяет ей также выполнять специальные региональные проекты по продвижению туризма в группах стран-членов. Их примером может служить «Шелковый путь», реализуемый совместно с ЮНЕСКО с 1994 г. и направленный на возрождение туризма на древнем маршруте, по стопам Марко Поло. Шелковый путь простирается на 12 тыс. км от Азии до Европы, для его осуществления объединили усилия 22 страны: Армения, Китай, Египет, Италия, Израиль, Япония, Турция, Российская Федерация и другие. Совместная деятельность по продвижению этого проекта состоит в основном в проведении семинаров, выпуске брошюры и видеофильма. Задачами России также являются вопросы координации реставрации памятников, обогащения исторических музеев, организации совместных рекламных кампаний, позволяющих иностранным посетителям знакомиться с историей страны, взаимодействия с Офисом в Самарканде и предоставления ему необходимой информации по проекту.

Значительную роль в регулировании международного туризма в системе ООН играет также **ЮНЕСКО** (Организация по вопросам образования, науки и культуры).

ЮНЕСКО с туризмом объединяет прежде всего программное направление, относящееся к охране культурного наследия человечества. Поэтому Бюро ЮНЕСКО в Москве с 1994 г. успешно работает над достижением соответствующих задач в России и ее субъектах, продвигая проекты по охране объектов всемирного наследия. К примеру, Московского Кремля и Красной площади, Казанского Кремля, историко-культурного комплекса Соловецких островов, на основании Соглашения об условиях выполнения проектов 1999 г. [7], где в ст. 2 установлено, что определение объектов, разработка проектов и координация их исполнения будут обеспечиваться Комиссией РФ по делам ЮНЕСКО и Секретариатом Организации.

Одним из приоритетных направлений деятельности Бюро ЮНЕСКО является содействие развитию инновационной культурной политики для сохранения наследия и поддержки туризма. В связи с этим 25-27 ноября 2005 г. в Московском Кремле прошла Международная конференция «Инновационная политика в сфере сохранения культурного наследия и развития культурно-познавательного туризма» под эгидой ЮНЕСКО и при поддержке Совета МПА СНГ и Министерства культуры и массовых коммуникаций РФ. В центре обсуждения находились проблемы культурной политики и законодательного обеспечения сохранения наследия и развития культурно-познавательного туризма на национальном и международном уровнях; роль музеев в этом процессе; проблемы сохранения объектов всемирного наследия и развития туризма, включая экономические

аспекты; развитие экологического туризма на особо охраняемых территориях. В результате были разработаны рекомендации для государств СНГ и ММПО в области развития технологий культурно-познавательного и экологического туризма и сохранения культурного и природного наследия. 26-29 октября 2006 г. в г. Ереване под эгидой Бюро ЮНЕСКО, с участием ЮНВТО, проводилась международная конференция «Роль молодежи в сохранении наследия и развитии культурно-познавательного туризма», основанная на рекомендациях предыдущего форума. Главной целью конференции было обозначено содействие развитию молодежного туризма и распространение принципов конвенций ЮНЕСКО в сфере культуры, при внедрении лучшей мировой практики поддержки туризма, содействующей сохранению наследия. По результатам конференции запланирована разработка предварительных соглашений по молодежным обменам между странами.

В феврале 2005 г. в Минске под эгидой Бюро ЮНЕСКО была проведена международная научно-практическая конференция «Нематериальное культурное наследие славянских народов: проблемы собирания, сохранения, перспективы комплексного изучения», а в декабре 2005 г. в продолжение политики охраны нематериального культурного наследия в Казани прошел региональный семинар ЮНЕСКО (пятый из восьми) по Конвенции об охране нематериального культурного наследия 2003 г. для стран Европы и Северной Америки, призванный разъяснить значимость Конвенции 2003 г., ускорить ее ратификацию, выявить потребности участников в юридической защите нематериального культурного наследия и создать возможности для обмена опытом в данной области. В заключение представителями 25 стран был принят окончательный доклад с рекомендациями для всех организаций, учреждений и ведомств участвующих государств [8]. Безусловно, что принятие Конвенции 2003 г. как можно большим числом государств, в том числе Россией, отразится на продвижении устойчивого развития туризма, в частности, на его социально-культурном аспекте, и способствует сохранению разнообразия культур.

Рассмотрим также взаимодействие России с некоторыми другими специализированными учреждениями ООН в сфере туризма.

С 1987 г. по 3 апреля 2006 г. Российская Федерация имела статус наблюдателя в **ФАО** (Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых Наций). После оформления участия она приобрела новые возможности по сотрудничеству с ФАО: право пользоваться консультациями экспертов, банком данных; обучение специалистов; расширение участия в проектах по рыболовству, сельскому хозяйству, водным ресурсам; пользование информацией и рекомендациями по вопросам хранения и переработки



продуктов и торговли ими; участие в выработке международных документов по вопросам безопасности продуктов питания, решений по устойчивому развитию, охране окружающей среды и другое. Новые вызовы времени в лице масштабных стихийных бедствий и техногенных катастроф также обуславливают работу в рамках ФАО, и уже сейчас специальные программы Организации помогают государствам-членам готовиться на случай возникновения ЧП с продовольствием, что в большой степени служит обеспечению защиты туристов, находящихся в зонах бедствия иностранных государств.

Одним из важнейших направлений участия России в ФАО является достижение взаимодействия всех государств, обладающих научно-технологическим потенциалом, для обеспечения безопасности производимого и потребляемого продовольствия в глобальном масштабе, в том числе туристами, отнесенными ВОЗ к группе лиц повышенного риска. Россия участвует и в международных форумах, технических совещаниях и заседаниях ФАО, касающихся вопросов развития туризма и проводимых в соответствии с программами Конференции или Совета ФАО.

Задачи **МОТ** (Международной организации труда) в России реализуются через его субрегиональное бюро в Москве для стран ВЕ и ЦА с 1959 г.^{***} При этом взаимодействие МОТ и России в сфере туризма строится на общих программах сотрудничества, служащих правовой основой проводимых мероприятий. Согласно последней Программе на 2006-2009 гг. в числе конкретных направлений: укрепление системы соцзащиты работников, в том числе от ВИЧ/СПИДа, охрана труда, система соцстрахования, касающаяся работников турсектора, осуществление программ борьбы с детским трудом и их сексуальной эксплуатацией в туризме. В числе основных направлений совместного сотрудничества – расширение занятости и борьба с детским трудом [9].

В Москве с 1998 г. работает офис Спецпредставителя **ВОЗ** (Всемирной организации здравоохранения), ориентированный на координацию действий ВОЗ в подведомственных областях, в том числе касающихся развития туризма; на оказание поддержки России в борьбе с некоторыми заболеваниями (туберкулезом, ВИЧ/СПИД) и ее оповещения об эпидемической ситуации в зарубежных странах; на содействие составлению планов по сотрудничеству. В итоговом документе 2-й рабочей встречи стран «Большой восьмерки» 2006 г., помимо укрепления международного сотрудничества в области научных исследований и обмена по вопросам здравоохранения, говорится о создании в России лаборатории, которая станет центром взаимодействия с ВОЗ по борьбе с инфекционными

заболеваниями. Данный аспект кооперации, безусловно, внесет вклад в дело борьбы с новейшими эпидемиологическими проблемами, стоящими на пути всемирного развития международного туризма, в России в частности.

Содействие развитию прикладного использования метеорологии в туризме является одной из целей деятельности **ВМО** (Всемирной метеорологической организации) и одним из важнейших моментов планирования международного туризма. Россия всегда играла существенную роль в системе ВМО путем активного обмена данными в рамках основной программы Организации. Ко всему в России расположены три региональных и один мировой центр по сбору и обмену информацией. Росгидромет РФ принимает участие в конкретных проектах Программы добровольного сотрудничества ВМО на 2004 - 2007 годы. В 2003 г. на пост Президента ВМО впервые был избран российский представитель. А с 21 февраля по 3 марта 2005 г. в Санкт-Петербурге прошла 13-ая сессия Комиссии по основным системам (КОС) ВМО и Техническая конференция по метеорологическому обслуживанию населения с представителями из 140 стран. Обсуждались вопросы о роли КОС в области снижения последствий от стихийных бедствий и о совершенствовании системы обслуживания информацией, прогнозами и предупреждениями потребителей в погодозависимых отраслях экономики, к которым относится и туризм, и об обеспечении безопасности.

Реформирование системы контроля за безопасностью полетов – одна из основных проблем России, решение которой не может не отразиться на количестве пассажиров (туристов). В контексте данной задачи Государственная служба гражданской авиации Минтранса РФ и **ИКАО** (Международная организация гражданской авиации) подписали в 2002 г. Соглашение о создании в России Центра по подготовке инспекторов по безопасности полетов. 5 сентября 2006 г. МТ РФ внесло предложения в Правительство РФ, в числе которых были представлены первоочередные меры по обеспечению безопасности перелетов: внедрение в деятельность гражданской авиации международных стандартов путем принятия ряда нормативных актов; оснащение аэропортов техсредствами досмотра и охраны; обязательное метеорологическое обеспечение деятельности и ответственность организаций в этой сфере и др. В соответствии с требованиями ИКАО Минтрансу также было поручено в 2007 г. разработать Государственную программу обеспечения безопасности полетов в гражданской авиации РФ, соответствующую международным стандартам. Кроме того, в 2007 г. должна пройти очередная проверка ИКАО по безопасности полетов в России, перенесенная с осени 2006 г.

В 2005 году Россию с официальным визитом посетил Генсек **ИМО** (Международной морской организации), в ходе которого было согласовано

^{***} Кроме того, 5 сентября 1997 г. было подписано Соглашение между Правительством РФ и МОТ о Бюро МОТ в Москве (в 1998 г. ратифицировано).



взаимодействие и участие страны в работе Организации, в частности по темам безопасности человеческой жизни на море, предотвращения загрязнения морей и борьбы с ним. России также предстоит пройти проверку международных экспертов в рамках системы аудита государств - членов ИМО по административным, юридическим и техническим вопросам. Это еще одна причина, помимо смежных с туризмом целей достижения безопасных перевозок и не загрязнения прибрежных зон, по которой государству в ближайшее время следует решить ряд проблем. Это эффективное внедрение в судоходных компаниях положений Международного Кодекса управления безопасностью; учреждение Комитета по реализации требований Конвенции по облегчению формальностей в судоходстве; увеличение финансирования научных разработок по актуальным проблемам; создание резервного фонда безопасности мореплавания и защиты окружающей среды для финансовой поддержки мер чрезвычайного характера [10]. Реализации этих мероприятий и продвижению интересов России в ИМО поспособствовало ее избрание впервые в мае 2005 года председателем Комитета по безопасности на море ИМО, а также включение в состав Исполнительного совета на 2006-2007 гг.

Таким образом, Российская Федерация активно взаимодействует с ООН и ее специализированными учреждениями по различным аспектам отношений многогранной сферы туризма, особенно в рамках таких международных организаций, как ЮНВТО, ЮНЕСКО и ПРООН – ключевых органов в продвижении международного туризма. Однако для успешного развития международного туризма в России необходимо более активно использовать аналитические, консультационные, технические, экспертные и финансовые возможности организаций системы ООН, их международный опыт и знания, развивая человеческий потенциал, туристскую инфраструктуру, устойчивое социально-экономическое развитие, охрану культурного наследия и окружающей среды, здравоохранение, новые технологии и безопасность на транспорте и туристских объектах.

Литература

1. Соглашение между ООН и Всемирной туристской организацией, 23 декабря 2003 г. // <http://www.un.org/russian/documen/convents/chroncon.htm>.
2. Комаров К.А. Программы ООН в области международного туризма. – М.: Междунар. отношения, 1976. – С. 8-50; Соколов Ю.Н. Международный туризм и его правовое регулирование. – М.: Изд-во УДН, 1969. – С. 218-223; Барчукова Н.С. Международное сотрудничество государств в области туризма. – М.: Международные отношения, 1986. – С. 75-83; Барчукова Н.С. Правовое регулирование международного туризма на многосторонней основе. – М.: Изд-во УДН, 1990 г. – С. 21-57; Борисов К.Г. Международный туризм и право: Учебное пособие. – М.: Издательство «НИМП», 1999. – С. 107-132; Уваров В.Д., Борисов К.Г. Международные туристские организации: Справочник. – М.: Международные отношения, 1990. – С. 16-52; а также см.: Чеботарева И.А. Сотрудничество государств по правовому регулированию международной туристской деятельности: Дисс... канд. юрид. наук / СПбГУ. – СПб., 2004. – С. 106-127.
3. Декларация тысячелетия «Цели развития на рубеже тысячелетия» 2000 г. // <http://www.un.org/russian/documendeclaratr55-2.pdf>.
4. Межправительственное соглашение по сети азиатских автомобильных дорог // <http://www.un.org/russian/documen/convents/chroncon.htm>.
5. Владивостокская декларация по итогам регионального семинара ВТО по безопасности в области туризма. 8-10 декабря 1998 г., г. Владивосток // Туризм: право и экономика, 2003, № 3 (3). – С. 33-34.
6. Заключительный доклад Конференции // <http://www.world-tourism.org/sustainable/conf/cert-czech-eng.htm>.
7. Соглашение между РФ и ЮНЕСКО об условиях выполнения проектов, осуществляемых в Российской Федерации при содействии ЮНЕСКО, 13 мая 1999 г. // БМД, 2000, № 6. – С. 63-64.
8. 25 стран обсуждают Конвенцию об охране нематериального культурного наследия // ООН в России, 2005, январь-февраль, № 1 (38). – С. 9-10.
9. Международная организация труда и Россия: планы на будущее // Россия как часть Европы. ЭПИцентр, 2002, май. № 3 (53). – С. 30-37.
10. Доклад Директора Департамента государственной политики в области морского и речного транспорта А.Ю. Клявина на заседании коллегии Министерства транспорта Российской Федерации 31 мая 2006 года // [http://www.eatu.ru/eatu.ru/page\(DOC\).doc\(15068\).Rubric\(7\).html](http://www.eatu.ru/eatu.ru/page(DOC).doc(15068).Rubric(7).html).