

УДК 691(035.5):622.337.2

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

**Е.В. Газизуллина** – студент 5-го курса Института экономики и управления в строительстве  
**Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КазГАСУ)**

## ДОБЫЧА И ПЕРЕРАБОТКА ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНОЙ СМЕСИ ПРИБРЕЖНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

### АННОТАЦИЯ

В статье обосновывается целесообразность добычи и переработки песчано-гравийных смесей прибрежных месторождений р. Камы, Вятки и Белой. На основе экспериментальных работ даются принципиальные технологические схемы добычи и переработки песчано-гравийной смеси.

**N.M. Gazizullin** – doctor of technical sciences, professor, head of the Coordinate Geometry and Graphic department

**E.V. Gazizullina** – student of the 5-th course of the Institute of the Economy and Enterprise  
**Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUAE)**

## MINING AND PROCESSING OF SAND AND GRAVEL MIXTURE OF THE COASTAL DEPOSITS

### ABSTRACT

This article proves the expedience of mining and processing of sand and gravel mixture, deposited on the riverside of the Kama River, the Vyatka River and the Belaya River. On the basis of the experimental works the main technological schemes of mining and processing of sand and gravel mixture are given.

Песчано-гравийная смесь (ПГС) в Республике Татарстан является очень распространенным строительным материалом. Волжско-Камская гидропровинция, в состав которой входят Волжская, Камская, Бельская, Вятская подпровинции, обладает огромными запасами ПГС.

Камская подпровинция представляет собой редчайший случай: на протяжении 2000 км долина реки слагается гравийно-песчаными образованиями (источник – предгорья западного склона Урала), а в верхней части – преимущественно гравийно-галечным материалом. Ресурсный потенциал ПГС Камской подпровинции весьма велик и превышает более 20 млрд. м<sup>3</sup> [1].

Объем добычи ПГС в отдельные годы, особенно при строительстве Куйбышевской, Нижнекамской, Чебоксарской ГЭС и др., достигал до 100 млн.м<sup>3</sup>. После строительства этих ГЭС добыча ПГС стала затруднительной из-за увеличения глубины рек. Во-первых, рабочий орган землесосной установки не достигает до дна реки, во-вторых, нарушаются режим стока и экология рек.

Для обеспечения сырьем строительных организаций возникает необходимость разработки

прибрежных месторождений ПГС. Добыча ПГС сопряжена со значительными трудностями: ПГС очень загрязнена; залежи ПГС находятся под вскрышной породой; добытая ПГС по крупности, зерновому составу, количеству примесей непосредственно использована быть не может. Возникает необходимость дробления, фракционирования и очистки загрязненной ПГС, а это в свою очередь приводит к увеличению стоимости ПГС. Однако каждый процент загрязненных ПГС повышает расход цемента на 1-1,5%, а при использовании очищенных фракционированных заполнителей для бетона уменьшается расход цемента на 13-15% и повышается его качество.

Для очистки и фракционирования загрязненных ПГС нами была изготовлена лабораторная установка, состоящая из специального гидроциклона 1, смесителя 2, насоса 3, ёмкости 4, 5, 12 и 13, крана 6, напорного шланга 7 и 8, сливного шланга 9, обводного шланга 10, манометра 11 (рис.1). Принцип работы следующий: в смеситель 2 засыпают загрязненную ПГС и в ёмкость 4 заливают чистую воду. После включения насоса 3 напорная вода попадает в нижнюю конусную часть смесителя 2, где в результате инъекции вода,

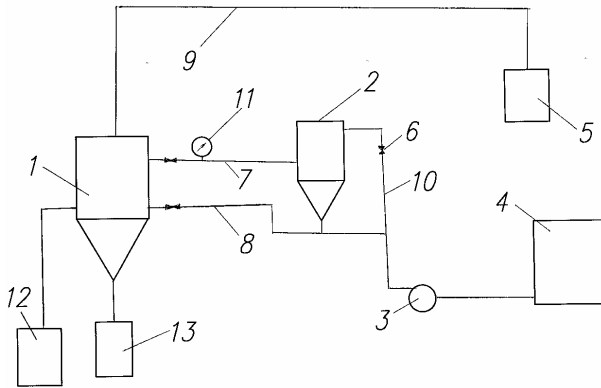


Рис. 1. Принципиальная схема лабораторной установки  
 1 – специальный гидроциклон; 2 – смеситель; 3 – насос;  
 4, 5, 12 и 13 – емкости; 6 – кран; 7 и 8 – напорные шланги;  
 9 – сливной шланг; 10 – обводный шланг, 11 – манометр

перемешиваясь с песчано-гравийной смесью по шлангу 7, направляется в гидроциклон 1. Напорная вода по шлангу 8 направляется в нижнюю часть гидроциклона 1 для дополнительной промывки и фракционирования ПГС. В гидроциклоне 1 происходит очистка и фракционирование ПГС. Внутренний корпус гидроциклона снабжен регулируемыми щелями (0,14; 0,315; 0,63; 1,25 мм).

Смесь или глина через сливной шланг 9 направляется в емкость 5, соответствующие фракции, проходя через щели, попадают в емкость 12, а крупные фракции, которые не прошли через щели, в емкость 13. Для предотвращения нависания песков открывается кран 6 и подается напорная вода. Напор воды и пульпы регулируется с помощью кранов. Результаты опытов приведены в таблице.

Результаты опытов также приведены на рис. 2. Как видно из графика, при увеличении отношения  $d/b$  (где  $d$  – диаметр частицы,  $b$  – расстояние щели) выход отдельных классов частиц уменьшается. Если батарею каждого гидроциклона соединить отдельно и использовать для каждой фракции, то выход фракции с увеличением щели увеличивается. Как видно из рис. 2,

очистка ПГС до фракции 0,63 почти удовлетворяет нормативу (менее 3%), а остальные фракции необходимо повторно промывать. Поэтому в батарее гидроциклоны целесообразно соединять последовательно по мере уменьшения фракции, тогда последующие фракции ПГС будут промываться несколько раз и полностью очистятся от загрязнения.

На основании опытов построен график зависимости выхода фракции от относительной величины частиц (рис. 2).

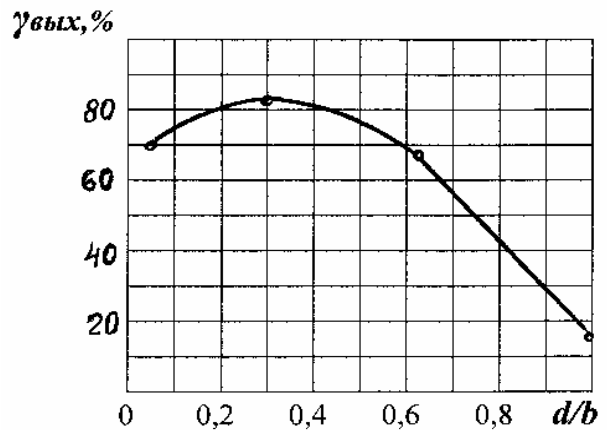


Рис. 2. График зависимости выхода фракции от отношения  $d/b$ .

Из графика (рис. 2) видно, что с увеличением отношения  $d/b$  ( $d$  – диаметр частицы,  $b$  – толщина щели) отдельные классы частиц уменьшаются.

На основании этих исследований предлагается технологическая схема разработки прибрежных месторождений ПГС (рис. 3).

Вскрытие месторождения начинается проведением нарезной траншеи 1 с берега реки. Драглайн 5 проходит нарезную траншею до глубины залежи ПГС, разместив вскрышные породы на обе стороны траншеи. Для регулирования поступления воды в горные выработки нарезная траншея снабжается шлюзом 2. После обеспечения необходимого фронта работ,

Таблица

Расстояние щели, мм	0,14	0,32	0,63	1,25	Иль
Фракция, мм	0 - 0,14	0,14-0,315	0,315-0,63	0,63 - 1,25	
Масса, проходящая через щели, г	315	1575	221	482	30
Общая масса, г	455	1750	230	490	35
Выход, %	69,2	90,0	96,1	98,4	85,7
Очистка, %	4,4	3,8	3,2	2,2	

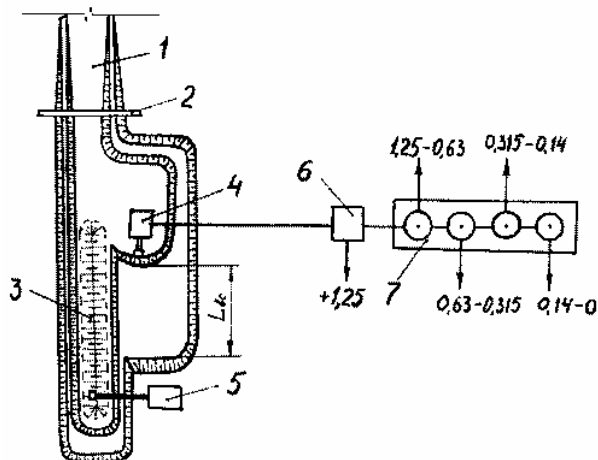


Рис. 3. Технологическая схема добычи и переработки ПГС

устанавливают землесосную установку 4 и начинаются добычные работы. В дальнейшем драглайн, подготавливая фронт добычных работ для землесоса 4, вскрышные породы транспортирует в выработанное пространство 3. Добытая песчано-гравийная смесь по трубопроводу поступает в классификатор 6, где крупные частицы более 1,25 мм направляются на склад, менее 1,25 мм в батарею последовательно соединенных гидроциклонов 7, где фракционированные и очищенные классы транспортируются на соответственные склады готовой продукции. В этом случае мелкие последующие фракции песка промываются несколько раз, в результате полностью очищаются от грязи.

Расстояние драглайна 5 от землесоса 4 должно обеспечить необходимый запас ПГС. В этом случае запасы подготовленных ПГС должны обеспечить работу комплекса, учитывая сезонность работы, от 0,5 месяца, но не более одного месяца. Это расстояние определяется из выражения:

$$L_{вс} = Q_d T / (A_d H_{в}) \quad (1)$$

где:  $Q_d$  – суточная производительность драглайна,  $m^3/сут$ ;  $T$  – время подготовки запаса ПГС, (15-30 суток);  $A_d$  – ширина вскрышного уступа, м;  $H_{в}$  – высота добычного уступа, м.

Выбор типа драглайна зависит от горно-геологических условий месторождения ПГС. Основным параметром является толщина вскрышных и добычных пород, по этому параметру находят радиус разгрузки ковша драглайна, который определяется из выражения:

$$R = B/2 + \delta_1 + l_{в} + \delta_б + l_d + V_{тр} + l_o \quad (2)$$

где:  $B$  – база драглайна, м;  
 $\delta_1$  – берма безопасности, м;  
 $l_{в} = H_{в} \operatorname{ctg}\alpha_{в}$ ;

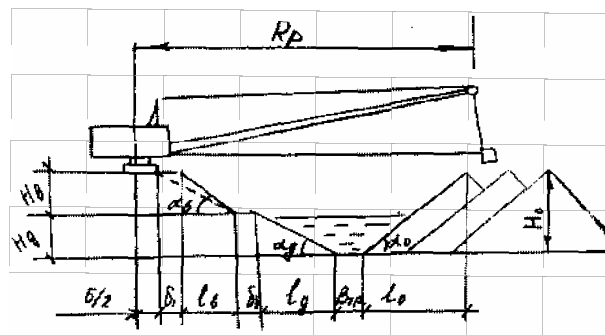


Рис. 4. Схема для определения параметров драглайна

$l_{в}$  – заложение откоса уступа, м;  
 $\alpha_{в}$  – угол откоса уступа, град.;  
 $\delta_б$  – транспортная берма, м;  
 $l_d = H_d \operatorname{ctg}\alpha_d$ ;  
 $H_d$  – высота добычного уступа, м;  
 $\alpha_d$  – угол откоса добычного уступа, град.;  
 $V_{тр}$  – расстояние между подошвами добычного и отвального откосов, м;  
 $l_o = H_o \operatorname{ctg}\alpha_o$ ;  
 $H_o$  – высота отвала, м;  
 $\alpha_o$  – угол откоса отвала, град.

Кроме того, скорости подвигания драглайна и землесоса должны быть равны, т.е.

$$Q_d / (A_d H_{в}) = Q_з / (V_{тр} H_d) \quad (3)$$

где:  $Q_з$  – производительность землесоса,  $m^3/сут$ .

По данной технологической схеме все производственные процессы непрерывные, что позволяет полностью механизировать, автоматизировать и обеспечить строительные организации качественной песчано-гравийной смесью.

### Литература

1. Бирюлев Г.Н., Изотов В.Г. Минерально-сырьевая база песчано-гравийного сырья Волжско-Камской гидропровинции /Юбилейная конференция “Геология и современность”. – Казань: КГУ, 1999. – С. 20-21.
2. Багазеев В.К. Промывка песков россыпей: Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГА, 2004. – 177 с.
3. Нурок Г.А. Процессы и технология гидромеханизации открытых горных работ. – М.: Недра, 1985. – 549 с.