

$$\frac{\alpha_0 v^2}{g\omega} \frac{\partial \omega}{\partial l} + \frac{\alpha_0 v}{g} \frac{\partial v}{\partial l} \quad (6)$$

Если в правую часть уравнения (4) добавить член, определенный выражением (6), то уравнение (4') переписется в виде

$$(i - A Q^2) g = \frac{g}{B} \frac{\partial \omega}{\partial l} + \alpha_0 \frac{\partial v}{\partial t} + \alpha v \frac{\partial v}{\partial l} + \frac{\alpha_0 v^2}{\omega} \frac{\partial \omega}{\partial l} + \alpha_0 v \frac{\partial v}{\partial l}$$

или

$$(i - A Q^2) g = \left( \frac{g}{B} + \alpha_0 \frac{v^2}{\omega} \right) \frac{\partial \omega}{\partial l} + (\alpha + \alpha_0) v \frac{\partial v}{\partial l} + \alpha_0 \frac{\partial v}{\partial t} \quad (7)$$

Выражение (7) является динамическим уравнением пространственно изменяющегося неустановившегося движения, которое учитывает боковой приток или отток воды, поступающий в основное русло растекающегося потока воды нормально к его оси. Приток или отток воды связан обычно в горных условиях с поверхностным стоком талых (от таяния льда и снега) и ливневых вод.

Предложенную математическую модель можно использовать при компьютерном моделировании прорыва напорных гидротехнических сооружений и последующего растекания потока воды.

УДК 608

### **Технология сепарации пульпы с винтовой структуризацией потока в нагнетательной линии земснарядного грунтового насоса**

Афанасьев А. П., Хвилько К. В., Кособуцкий А. А.  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

*На основании проведенных исследований было выявлено, что использование овальных сечений на поворотах нагнетательной трубы позволяет увеличить энергоэффективность сепарации пульпы.*

Осуществление дноуглубительных работ на внутренних водных путях Республики Беларусь является необходимым условием для обеспечения судоходства пассажирских и грузовых судов. Эти работы осуществляются специальными плавучими дноуглубительными земснарядами, предназначенными для подводной разработки грунта. Дополнительно указанные земснаряды выполняют работы по добыче песка со дна рек и озер для

обеспечения потребностей строительства и других отраслей промышленности.

Общий объем грунта, извлекаемый в Республике Беларусь за период навигации, составляет около 800 000 м<sup>3</sup>. Извлекаемый природный песок разнороден по своему зерновому составу. В большинстве случаев он не отвечает требованиям, предъявляемым действующими стандартами к пескам, предназначенным для приготовления бетонных и растворных смесей. Чтобы получить из них доброкачественный заполнитель бетона нужно, как правило, удалить из песка вместе с глиной и илом излишнее количество фракций мельче 0,16 мм., для этого необходима дополнительная обработка природного песка, его сепарация, которая осуществляется в специальных аппаратах. Анализ существующих конструкций этих аппаратов показал невозможность их использования непосредственно на земснарядах ввиду больших габаритов, металлоемкости и невозможности получения готового, товарного песка без дополнительной обработки.

На основании изучения законов распределения твердых частиц при транспортировке пульпы по трубопроводу на кафедре «Гидротехническое и энергетическое строительство, водный транспорт и гидравлика» БНТУ была разработана энергосберегающая технология сепарации пульпы и устройство для ее осуществления. Предложенная технология автоматической сепарации пульпы, при которой обеспечивается движение потока пульпы по напорному трубопроводу с последующим разделением потока под действием центробежной силы на две струи, отличается от существующих технологий тем, что предварительно после прокачки по напорному трубопроводу осуществляют прокачку пульпы через поворотное колено с распределением под действием центробежных сил потока на две зоны: внешнюю и внутреннюю, с последующим разделением потока на две струи, содержащие соответственно товарную пульпу и обедненную с включениями граничных фракций, при этом текущая корректировка гранулометрического состава пульпы в каждой струе производится с помощью поворотных заслонок с независимыми приводами.

Эффект сепарации пульпы существенно увеличился путем использования на поворотах нагнетательной трубы насоса овального сечения (рис. 1, а).

Благодаря использованию овальных сечений на поворотах нагнетательной трубы грунтового насоса происходит разделение пульпы на товарный песок и «мульку», и попутно снижается коэффициент местного сопротивления этих поворотов, что, в свою очередь, повышает энергоэффективность сепарации пульпы.

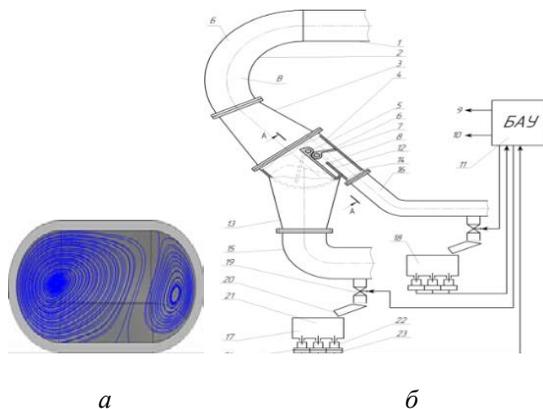


Рис. 1. Предложенная конструкция сепаратора пульпы с овальной формой поперечного сечения:  
*а* – овальная форма поперечного сечения;  
*б* – конструкция сепаратор пульпы

Предложенная технология и конструкция сепаратора пульпы представлены на рис. 1, *б*

Предложенный способ автоматической сепарации пульпы осуществляется следующим образом. Грунтовый насос (на рис. 1, *б* не показан) подает пульпу по напорному горизонтальному трубопроводу 1 с верхней критической скоростью, при которой все фракции в потоке находятся во взвешенном состоянии, в поворот овальной формы 2. Под действием центробежной силы в повороте 2 с овальной формой поперечного сечения частицы пульпы неравномерно распределяются по сечению потока, что приводит к разделению пульпы на две зоны, внешнюю Б и внутреннюю В. Угол изгиба поворота 2 способствует эффективному разделению потока пульпы по фракциям, при этом более крупные и тяжелые частицы (концентрированная пульпа с крупными, средними и кондиционными мелкими- граничными фракциями песка) перемещаются во внешнюю зону Б, а мелкие и граничные фракции смещаются во внутреннюю зону В.

Затем поток пульпы поступает в расширительный патрубок 3, где производится дальнейшее распределение потока пульпы по фракциям. Окончательное разделение потока на две струи по фракциям и по их процентному соотношению производится в корпусе 4, в котором установлены две приводные поворотные заслонки 7, 8, и перегородка 12. Площадь поперечного сечения корпуса 4 разделяется сложными поворотными заслонками 7, 8 и перегородкой 12 в соотношении 1:5 и далее корпус 4 сопряга-

ется с патрубками 13, 14, площадь поперечного сечения которых выполнена в таком же соотношении.

Основные преимущества данного способа сепарации заключаются в следующем:

1. Возможность визуального контроля крупности частиц гидросмеси отбираемой из верхней зоны трубопровода и автоматического управления этим процессом.

2. Малая металлоемкость трубного делительного корпуса благодаря обработке гидросмеси только в объеме потока гидросмеси верхней зоны. Поток концентрированной гидросмеси с крупными товарными фракциями песка направляется в баржу без обработки.

Результаты проведенных исследований будут использованы при разработке новой конструкции нагнетательной линии с сепаратором пульпы грунтового насоса, установленного на земснаряде при добыче речного песка в районе г. Пинска и г. Бобруйска.

#### **Литература**

1. Барский, М. Д. Гравитационная классификация зерновых материалов / М. Д. Барский. – М.: Недра, 1974. – 232 с.

2. Смолдырев, А. Е. Трубопроводный транспорт. Основы расчета / А. Е. Смолдырев. – М.: Недра, 1980. – 293 с.

УДК 621.7.044

#### **Инновационные технологии получения биметаллического инструмента**

Качанов И. В., Власов В. В., Ленкевич С. А.  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

*Показана необходимость создания новых композиционных материалов и совершенствования существующей технологии получения биметаллового инструмента*

В настоящее время в Республике Беларусь стоит остро вопрос создания современных, оснащенных прогрессивными техпроцессами и оборудованием, специализированных предприятий по проектированию и изготовлению высококачественной технологической оснастки и инструмента. Как показывает мировой промышленный опыт машиностроительным предприятиям необходимо применять инструмент, штампы и пресс-