

УДК 626.823.4

**К ВОПРОСУ БОРЬБЫ С ДОННЫМИ НАНОСАМИ  
НА РЕЧНЫХ ВОДОЗАБОРАХ**

М.А. Ли

*На основании экспериментальных исследований модели пескогравелиовки определены основные параметры улавливания крупных наносов при минимальных затратах энергии и средств.*

При заборе воды из речных потоков для нужд водохозяйственного комплекса возникает ряд эксплуатационных затруднений вследствие попадания наносов в каналы, особенно при водозаборе из горных и предгорных рек, где из-за больших скоростей потока донные и взвешенные наносы свободно транспортируются даже при меженных расходах. Одним из факторов возникновения этих проблем является несовершенство наносоулавливающих устройств на водозаборных узлах.

Разработанная в Казахском научно-исследовательском институте водного хозяйства (КазНИИВХ) новая конструкция пескогравелиовки обеспечивает эффективную борьбу с наносами при водозаборе в оросительные каналы горно-предгорной зоны [1]. Целью совершенствования пескогравелиовки является увеличение перехвата донных наносов, повышение эффективности удаления наносов из наносоперехватывающей галереи пескогравелиовки и уменьшение величины промывного расхода для гидротранспорта наносов.

Поставленная цель достигается тем, что пескогравелиовка располагается на криволинейном участке канала (рис. 1). Криволинейность русла канала способствует развитию поперечной циркуляции потока и смещению основной массы донных наносов к выпуклому берегу. Также для повышения эффективности гидротранспорта наносов в наносоперехватывающей галерее пескогравелиовки устанавливается шнековый механизм, соединенный приводом с водяным колесом.

Пескогравелиовка содержит установленную в подводящем русле канала наносоперехватывающую галерею, располагаемую под углом к динамической оси потока, дно которой ниже отметки дна канала и выполнено с уклоном в сторону промывного отверстия.

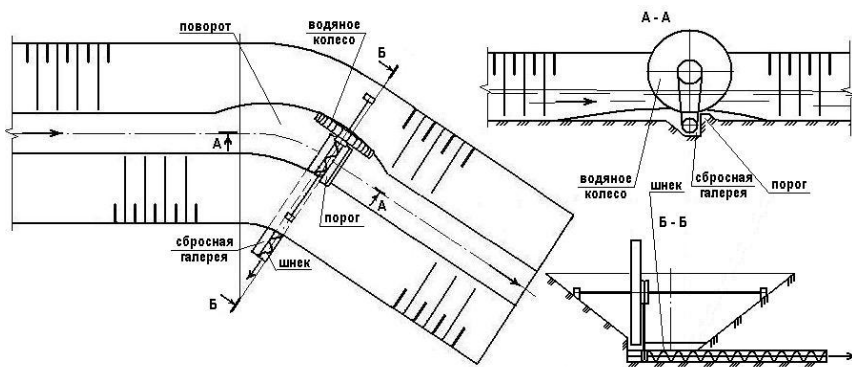


Рис. 1. Схема пескогравелиловки.

Начало наносоперехватывающей галереи размещается от начала кривой на расстоянии  $2/3 L_{кр}$ , где  $L_{кр}$  – длина криволинейного участка по вогнутому берегу. Ширина дна наносоперехватывающей галереи 0,3...0,4 м, верхняя сторона имеет откос  $m = 1$ , а нижняя – прямая без откоса. По оси наносоперехватывающей галереи устанавливается шнек диаметром 0,15...0,20 м, с шагом резьбы (1,2...1,5)  $D_{max}$ , где  $D_{max}$  – максимальный диаметр наносов, попадающих в пескогравелиловку. В головной части шнек имеет колесо зубчатой или ременной передачи. В головной части наносоперехватывающей галереи у вогнутого берега канала устанавливается водяное колесо, которое приводит в движение шнек с помощью приводов зубчатой или ременной передачи.

Само водяное колесо приводится в движение водным потоком, протекающим в канале, а расположение колеса на вогнутом берегу способствует интенсивному его вращению за счет повышенных скоростей, образующихся поперечной циркуляцией потока.

Шнек от нижней вертикальной стенки наносоперехватывающей галереи располагается на расстоянии (0,8...0,9)  $D_{max}$ , с тем, чтобы крупные фракции наносов могли перемещаться с помощью шнека, не застревая и не заклиниваясь между стенкой и шнеком.

С тем, чтобы исключить перескакивание частиц наносов через наносоперехватывающую галерею, ее нижняя стенка завышена над дном канала на высоту  $D_{max}$  и образует порог.

Наносоперехватывающая галерея заканчивается у выпуклого берега и соединяется с промывным отверстием, перекрываемым плоским щитом. Промывное отверстие соединяется нанососбросным трактом.

Моделирование позволяет путем сопоставления различных вариантов выбрать наиболее целесообразные с технической и экономической сторон

решения, рассматривая такие вопросы, как возможность облегчения и упрощения конструкций, разработка новых конструктивных предложений.

Моделирование выполняется из предположения идентичности критериев  $Fr$  (число Фруда). Для удовлетворения критерия Рейнольдса задача состоит в том, чтобы число Рейнольдса для модели превышало величину, допускаемую по условиям обеспечения режима течения, относящегося к переходной зоне –  $Re_M > Re_D$ .

Принимая расчетные размеры, изготовлена лабораторная модель пескогравиеловки (табл. 1) для проведения экспериментальных исследований.

Таблица 1

Основные размеры модели пескогравиеловки

Параметр	Размер, м
Ширина канала по верху $B_k$	0,852
Ширина канала по низу $b_k$	0,14
Высота канала $h_k$	0,205
Диаметр шнека $d_{ш}$	0,013
Длина шнека $l_{ш}$	0,3
Шаг резьбы	0,015
Диаметр водяного колеса $D_{в.к.}$	0,26

Расходы воды определялись на треугольных водосливах мерных баков. Дозатором в лоток подавались частицы наносов.

Проведено 4 серии опытов при различных расходах подаваемых в наносоперехватывающую (сбросную) галерею. Данный расход изменялся в пределах от 0,5 % до 5 % от входного расхода установки.

Распределение расходов воды на модели пескогравиеловки показало, что:

- расход воды на выходе модели  $Q_e$  изменяется пропорционально входному расходу, при этом средний расход воды наносоперехватывающей галереи  $Q_c$  находился в пределах до 5 % входного расхода  $Q_0$  (0,00011...0,00389 м<sup>3</sup>/с), хотя в отдельных случаях при очень малых входных расходах  $Q_0$  расход воды сбросной галереи  $Q_c$  доходил до 16,2 %;
- расход воды сбросной галереи  $Q_c$  мало зависит от изменения величины входного расхода  $Q_0$  в процессе эксперимента, так в первой серии опытов увеличение входного расхода  $Q_0$  от 0,029 м<sup>3</sup>/с до 0,076 м<sup>3</sup>/с привел к росту расхода галереи  $Q_c$  от 0,0001 до 0,00011 м<sup>3</sup>/с (10%), т.е. почти в пределах точности измерений, аналогично и в остальных сериях опытов;

- при высокой степени точности измерения расходов воды на модели пескогравиеловки следует отметить, что наиболее рациональным является 5 % предел расхода воды наносоперехватывающей галереи  $Q_e$  от входного расхода воды  $Q_0$ , дальнейшее увеличение нецелесообразно по причине снижения эффективности экспериментальной установки.

Распределение мутности воды в экспериментальной установке следующее (рис. 2):

- на выходе модели мутность воды  $p_e$  изменялась в пределах  $0,047 \dots 0,132 \text{ кг/м}^3$ , в то время на входе мутность  $p_0$  лежала в пределах  $0,092 \dots 0,314 \text{ кг/м}^3$ , т.е. степень осветления равна  $30 \dots 63 \%$ ;
- мутность воды в галерее  $p_e$  в зависимости от величины мутности воды на входе модели  $p_0$  изменялась в широких пределах  $1,117 \dots 31,061 \text{ кг/м}^3$ , т.е. превышала входную мутность воды во много раз;
- с увеличением расхода воды  $Q_0$  в процессе экспериментов отмечается небольшое снижение мутности воды в сбросной галерее  $p_e$ , что свидетельствует о том, что имеются определенные значения расхода воды, характеризующиеся достижением максимальной степени захвата наносов при принятых параметрах пескогравиеловки.

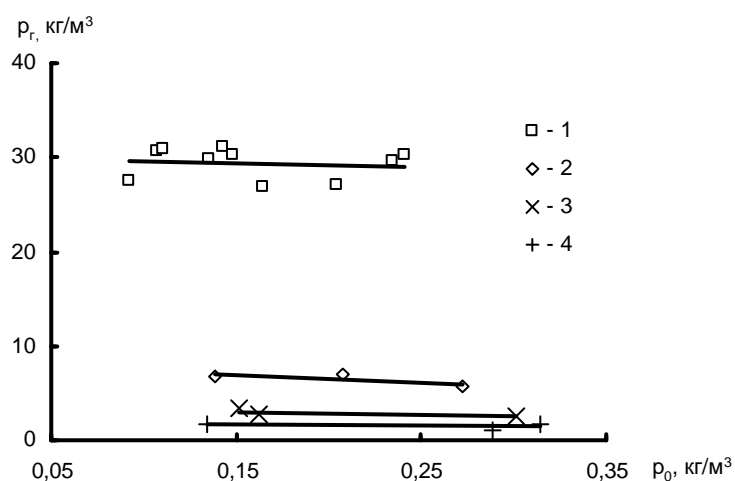


Рис. 2. Распределение мутности воды экспериментальной установки:  
 1 –  $Q_e = 0,11 \text{ л/с}$ ; 2 –  $Q_e = 0,76 \text{ л/с}$ ; 3 –  $Q_e = 1,88 \text{ л/с}$ ; 4 –  $Q_e = 3,85 \text{ л/с}$ .

Анализ зависимости относительного расхода наносов  $q/q_0$  от относительного расхода воды  $Q/Q_0$  (рис. 3) показал, что с достаточно высокой степенью достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,8324$  описывается уравнением

$$y = 0,0543 \ln x + 0,7404 . \quad (1)$$

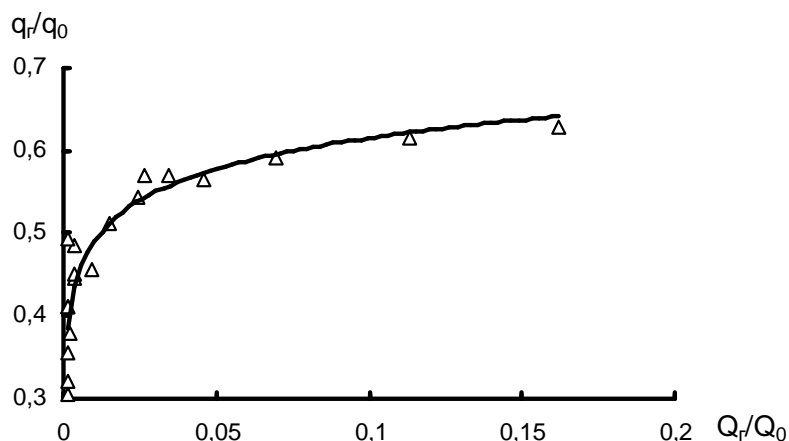


Рис. 3. Зависимость относительного расхода наносов от относительного расхода воды.

Наиболее эффективный захват наносов отмечается при расходе воды сбросной галереи в пределах 5 % от входного расхода воды, дальнейший рост расхода воды галереи не приводит к существенному увеличению расхода перехватываемых наносов. Рекомендуемый расход воды наносоперехватывающей галереи находится в промежутке между 3 % и 5 % общего расхода воды.

Фракционный анализ состава наносов на входе модели и в сбросной галерее показал, что:

- наносы диаметром более 2 мм составляют на входе 6,51 % до 13,03 %, а в галерее от 14,86 % до 19,79 %; наносы диаметром от 2 мм до 1 мм составляют на входе 32,8 % до 46,8 %, а в галерее от 37,15 % до 48,33 %; наносы диаметром менее 1 мм составляют на входе 41 % до 57,7 %, а в галерее от 33,15 % до 44,85 %;
- явно прослеживается закономерность, чем более крупные наносы, тем более высокая степень захвата наносов пескогравелировкой, т.е. при среднем содержании фракции диаметром более 2 мм равном 10,45 % на входе в галерее среднее содержание этой фракции составило 17,82 %, фракции диаметром 2...1 мм, соответственно, 40,8 % и 42,69 %, фракции диаметром менее 1 мм – 48,8 % и 39,69 %.

Предлагаемая конструкция пескогравелировки обеспечивает эффективное улавливание крупных наносов с минимальными затратами энергии и средств, что подтверждается результатами экспериментальных исследо-

ваний. Основой положительного эффекта является комплекс технических, гидравлических и конструктивных решений: сбросная галерея с порогом, поперечная циркуляция потока на повороте, шнек с приводом на водяное колесо и т.д. Применение шнека с водяным колесом, по нашему мнению обеспечивает вынос наносов из сбросной галереи, в то время как решающим фактором эффективного захвата наносов являются другие вышеназванные факторы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комитет по правам интеллектуальной собственности Министерства юстиции РК. Авторское свидетельство № 48052. Пескогравиеловка. Базарбаев А.Т., Ли М.А. – Астана, 2004.

КазНИИВХ, г. Тараз

#### **ӨЗЕН БАС ТОҒАНДА ТҮПТІК ТАСЫНДЫЛАРМЕН ҚҰРЕСУ СҰРАҚТАРЫНА АРНАЛҒАН**

М.А. Ли

*Тәжірибелі құмтас тұтқыш моделін зерттеу негізінде құрамдар мен энергияның минималды шығындармен ірі тасындыларды ұстаудың параметрлерді анықтау.*