

6. Кочнев, Ю. А. Математическая модель расчёта массы металлического корпуса комбинированного судна / И. А. Гуляев, Е. П. Роннов, Ю. А. Кочнев // Научные проблемы водного транспорта. – 2020. – Вып. 63. – С. 48–54.

7. Давыдова, С. В. Анализ расчетов при создании теоретического чертежа буксира интерполяционным методом / С. В. Давыдова, И. В. Андриянов // Научные проблемы водного транспорта. – 2021. – № 67. – С. 24–32.

УДК 627.748

### **Оптимальный режим работы грунтового насоса земснаряда**

Хвйтик К. В., Качанов И. В., Шаталов И. М.  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

*Описаны основные режимы гидротранспорта пульпы, а также выбран оптимальный режим работы гидротранспортной системы, который тесно связан с гидравлическими потерями в нагнетательной трубе.*

В производственных условиях гидротранспорт пульпы в нагнетательном трубопроводе грунтового насоса земснаряда осуществляется в различных гидравлических режимах.

При этом, режим эксплуатации гидросистем земснарядов не всегда является оптимальным с точки зрения энергозатрат и экономической эффективности.

Рассмотрим более подробно определение гидравлических потерь в системе напорного гидротранспорта земснаряда, с целью установления оптимального режима эксплуатации гидросистемы земснаряда.

Гидротранспорт пульпы происходит при турбулентном режиме движения потока.

В зависимости от соотношения фактической и критической скоростей в пульпопроводе различают три режима гидротранспорта:

I –  $v > v_{кр}$  – область больших скоростей, весь грунт транспортируется во взвешенном состоянии;

II –  $v \sim v_{кр}$  – скорость близка к критической, основная часть грунта транспортируется во взвешенном состоянии. Одновременно большое количество частиц влечется потоком в придонной области;

III –  $v < v_{кр}$  – на дне потока находится постоянный слой заилиения и напорный трубопровод земснаряда работает как илопровод.

Величина критической скорости по исследованиям В. С. Кнороза, Г. Н. Роева, А. М. Царевского, А. П. Юфина и других зависит от гидравли-

ческой крупности частиц  $V_{г.к.}$ , фракционного состава грунта, диаметра трубопровода и некоторых других величин, характеризующих состав пульпы. Наиболее полно учитывают эти факторы и соответствуют теории размерности формулы для определения  $V_k$ .

В. С. Кнороза:

$$V_k = 1,02 V_{г.к.} \sqrt[6]{\beta \left(\frac{D}{d_{cp}}\right)^{3,5}}.$$

А. Е. Иванова:

$$V_k = 1,88 \sqrt{\frac{g D V_{г.к.} \cdot \rho_n - \rho_v}{\lambda \rho_v}},$$

где  $V_{г.к.}$  – гидравлическая крупность;  $D$  – диаметр трубопровода;  $d_{cp}$  – средний диаметра твердых частиц;  $\beta$  – процент насыщения потока твердыми частицами, т. е. отношение массы их к массе чистой воды;  $\rho_n$  – плотность пульпы;  $\rho_v$  – плотность воды;  $\lambda$  – гидравлический коэффициент трения.

Значение критической скорости в зависимости от приведенных выше факторов колеблется в широких пределах ( $V_k \sim 1-5$  м/с и более).

Если скорость движения пульпы  $V$  меньше критической скорости  $V_k$ , то поток кроме затрат энергии на свое движение, расходует некоторое количество энергии на влечение частиц более крупных фракций по дну трубы.

При скорости движения пульпы больше или равной критической, по мнению М. А. Великанова потери напора в пульпопроводе не отличаются от потерь при движении чистой воды.

Исследования, проведенные во Всесоюзном научно-исследовательском институте гидротехники и мелиорации и в лаборатории Нейрпик во Франции, позволяют рекомендовать следующую формулу для определения потерь напора в пульпопроводе

$$h_n = (1 + \phi C_m) h_t = K h_t,$$

где  $h_t$  – потери напора в трубопроводе при движении чистой воды;  $C_m$  – процентное содержание грунта по объему в пульпе;  $\phi$  – коэффициент, зависящий от диаметра трубопровода;  $K = 1 + \phi C_m$  – коэффициент, учитывающий увеличение потерь напора в пульпопроводе по сравнению с потерями в трубопроводе с чистой водой.

Крупность транспортируемого грунта является одним из существенных факторов, определяющих потери напора. Чем крупнее транспортируемые

частицы, тем больше гидравлические потери, а наличие частиц мелких фракций в крупном материале существенно снижает потери напора.

Потери напора зависят от плотности транспортируемого материала. Более тяжелые материалы требуют больших скоростей транспортирования, а, следовательно, вызывают большие потери напора. В общем случае следует считать, что потери напора возрастают с увеличением консистенции пульпы.

Оптимальный режим работы гидротранспортной системы земснаряда тесно связан с гидравлическими потерями в нагнетательной трубе. Зная рабочую характеристику грунтового насоса и построив характеристики пульпопровода, можно найти такой режим гидротранспортной системы при котором удельные затраты энергии (на  $1 \text{ м}^3$  грунта) будут наименьшими.

Эти точки позволяют определить расход, который может подать насос в данный пульпопровод при той или иной консистенции пульпы, что весьма важно при выборе оптимального режима эксплуатации гидротранспортных систем земснаряда.

Для определения наиболее выгодной консистенции пульпы, используя расходно-напорные характеристики (рис.) можно найти: расход пульпы  $Q_n$  и воды  $Q_v$  для каждой точки пересечения этих характеристик грунтового насоса и пульпопровода для принятых величин консистенции  $C_{об}$ .

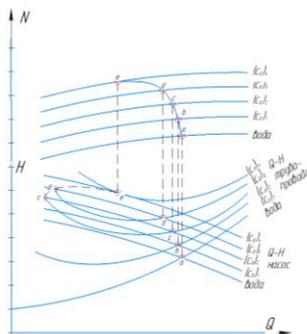


Рис. Рабочие точки грунтового насоса

Также, используя характеристики  $N-Q$  для разных значений  $C_{об}$  находится потребляемая мощность  $N_n$  и  $N_v$ . И затем для найденных величин  $Q_n$  и принятого значения  $C_{об}$  вычисляется производительность гидротранспортной системы по грунту  $Q_m$  и удельные затраты энергии  $E_n$  по формулам

$$Q_m = Q_n C_p,$$

$$E_n = N_n Q_m,$$

где  $C_p$  – расходная консистенция при  $v = v_{кр}$ , которую можно определить по данным табл.

Таблица

Определение расходной консистенции при  $v = v_{кр}$

$C_{об}$										
$C_p$										

Далее строятся графики зависимости  $Q_n = F_1(C_{об})$ ,  $N_n = F_2(C_{об})$ ,  $Q_m = F_3(C_{об})$ ,  $E_n = F_4(C_{об})$ .

Консистенция, соответствующая точке  $(E_n)_{мин}$  и будет оптимальной точкой работы гидротранспортной системы. Кривая  $F_4(C_{об})$  в некоторых случаях может не иметь минимума. В этих случаях  $C_{об}$  принимается максимально допустимым по условиям безаварийной работы.

УДК 332.362:330.15

### **Новые альтернативы ранее используемых способов применения солнечной энергии**

Мередова Х. А., Курбанова М. А., Аширов А. И.

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
Ашхабад, Туркменистан

*Применение различных систем преобразования солнечной энергии частично связано с усилением по сохранению экологического ущерба и эффективного использования ограниченных ресурсов. О возможности получения электроэнергии более доступными и разнообразными по форме и мощности электростанциями солнечных панелей, излагается в статье. Так же приведены примеры разработок арабских и австралийских учёных.*

С развитием технологий, любой человек может получить от Солнца электроэнергию. Раньше электричество для потребления поступало от централизованного энергоснабжения, сегодня же существуют две основные категории систем преобразования солнечной энергии: пористые и автономные. Частично это связано с усилением по сохранению экологического ущерба и эффективного использования ограниченных ресурсов. Местные ресурсы являются общественными энергетическими системами.