

*С.В. Овчарук, А.Г. Толмачев*

**ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ГРУНТА  
ЗЕМСНАРЯДАМИ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

*Рассчитаны параметры водоструйных насосов – эжекторов по их классической схеме (с наличием диффузора, камеры смешения, конфузора и гидравлически оптимальными соплами) на напор 3-4 м. Спроектированы и изготовлены эжекторно-рыхлительные устройства (ЭРУ) для грунтовых насосов.*

*Ключевые слова: земснаряды, эжектор, грунтозабор, гидросмесь, погружные насосы.*

---

**К**омпания МГА продолжает занимать лидирующее положение по объему и эффективному использованию земснарядов при производстве работ средствами гидромеханизации в Западной Сибири. В 2008 г. компанией достигнут максимальный объем добычи грунта - 23,5 млн м куб. для нефтяников, газовиков и дорожного строительства Ханты-Ман-сийского автономного округа (ХМАО).

Условия работы земснарядов в Западной Сибири имеют свои особенности. Разработка карьеров производится в мелких заиленных озёрах, заливаемых заторфованных болотах и протоках с большим слоем вскрыши, иногда достигающим 5–6 метров. Пески очень мелкие. Средний диаметр частиц составляет 0,2–0,25 мм, практически по всем месторождениям. Работа земснарядов происходит в сложных климатических условиях и условиях резких колебаний уровня воды, достигающих 10–12 м. Земснаряды, выпускаемые отечественными и зарубежными заводами в обычном их исполнении, имеют глубину разработки не превышающую 10–16 м. Дальнейшее увеличение глубины разработки приводит к снижению концентрации и, следовательно, производительности земснаряда. При таких параметрах по грунтозабору и специфических карьерных условий работа земснарядов становится малоэффективной. Глубина грунтозабора 10–16 м является недостаточной. Основным препятствием для эффективного применения грунтовых насосов на больших глубинах является ограниченная всасывающая способность грунтовых насосов, допустимая вакуумметрическая высота ( $H_{\text{вак.д.}}$ ) всасывания которых не превышает 6–7 м.

Зависимость показателей работы снаряда от допустимой вакуумметрической высоты всасывания можно проследить из уравнения потерь напора во всасывающем трубопроводе:

$$H_{\text{вак}} = Z \frac{\gamma_{\text{см}} - \gamma_{\text{в}}}{\gamma_{\text{в}}} + \kappa J_{\text{см}} L + \xi_{\text{вх}} \frac{V_{\text{вс}}^2}{2g} \cdot \frac{\gamma_{\text{см}}}{\gamma_{\text{в}}} \quad (1)$$

Где  $Z$  – глубина разработки;  $\gamma_{\text{см}}$ ,  $\gamma_{\text{в}}$  – плотность гидросмеси и воды, соответственно;  $V_{\text{вс}}^2$  – скорость гидросмеси во всасывающем трубопроводе;  $\kappa J_{\text{см}} \cdot L$  – потери напора по длине трубопровода ( $J_{\text{см}}$  – удельные потери напора;  $L$  – длина всасывающего трубопровода,  $\kappa$  – коэффициент, учитывающий местные потери напора,  $\kappa = 1,1$ );  $\xi_{\text{вх}}$  – коэффициент потерь напора на входе во всасывающий трубопровод.

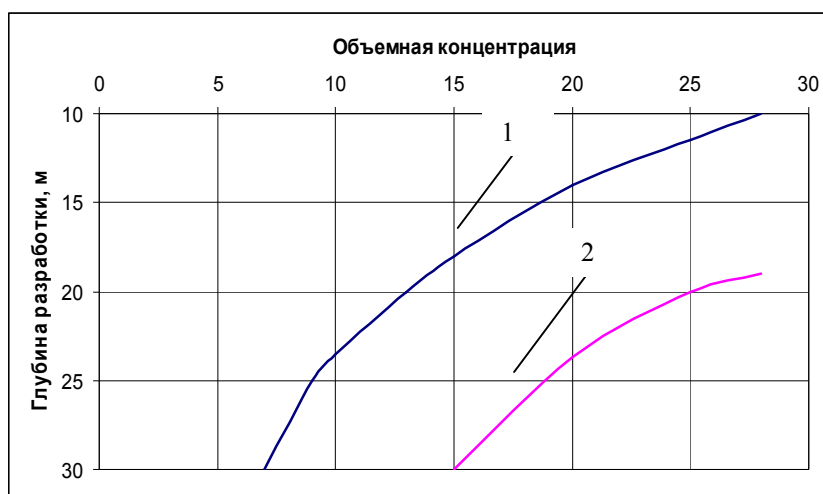
Устойчивая безкавитационная работа грунтового насоса обеспечивается при условии: фактический вакуум во всасывающей линии (потери напора) не должен превышать допустимого (всасывающей способности грунтового насоса):

$$H_{\text{вак}} < H_{\text{вак.д.}}$$

Анализируя уравнение потерь во всасывающем трубопроводе, и учитывая ограниченную способность грунтового насоса, находим, что при достижении предельной вакуумметрической высоты всасывания дальнейшее увеличение глубины разработки ведет к снижению плотности гидросмеси и, следовательно, к падению производительности снаряда (рисунок).

Известно несколько способов повышения всасывающей способности земснарядов. Погружение грунтового насоса ниже уровня воды и применение эжекторных устройств.

Земснаряды с погружными насосами – наиболее действенный способ глубоководной разработки грунтов. Однако из-за технических и эксплуатационных сложностей такие земснаряды не получили широкого распространения. Для уже действующих землесосных снарядов наиболее приемлемым способом повышения всасывающей способности грунтовых насосов является установка дополнительного водоструйного насоса - эжектора на всасывающей линии земснаряда.



*Зависимость объемной концентрации гидросмеси от глубины разработки: 1 – при работе без эжектора; 2 – при работе с эжектором*

Компания имеет в основном земснаряды типа 180-60 и 350-50Л. Конструкция земснарядов позволяет с небольшими затратами увеличить длину грунтозаборной рамы и, следовательно, увеличить глубину грунтозабора, но не более 25–30 м. Далее следует установить - какой необходимо иметь дополнительный подпор во всасывающей линии, чтобы обеспечить такую же производительность земснаряда, как и при глубине разработки 15 м.

Величина дополнительного подпора (напора эжектора  $H_э$ ) рассчитывается по формуле:

$$H_э = Z_1 \frac{\gamma_{см} - \gamma_в}{\gamma_в} \quad (2)$$

где  $Z_1$  – увеличение глубины грунтозабора (15 м).

Подставив значение плотности гидросмеси 1,2 т/м.куб. получим, что напор эжектора должен быть 3,0 м. При плотности 1,25 т/м куб. – 3,75 м. При 1,3 т/м куб. – 4,5 м. Это для грунтового насоса с расходом 2000 м.куб/ч. соответствует производительности по грунту 380, 470 и 560 м.куб/ч. соответственно. Таким образом, при плотности гидросмеси 1,2 т/м куб. на каждый метр увеличения вакуумметрической высоты всасывания (за счёт подпора эжектором) может быть получено 5 м. дополнительной глубины грунтозабора

без потери производительности земснаряда. Создать водоструйный насос (эжектор) с напором 3–4 м при наличии энергетических возможностей на земснаряде не представляет трудностей.

Ранее на земснарядах были установлены эжектирующие сопла непосредственно на входе во всасывающий трубопровод. Измерение параметров их работы показало, что создаваемый ими подпор не превышает 0,8–1,2 м, из-за отсутствия диффузора на входе в трубопровод, камеры смешения, не эффективное распределение расходов между эжекторным и рыхлительным соплами.

Нами были рассчитаны водоструйные насосы – эжекторы по их классической схеме (с наличием диффузора, камеры смешения, конфузора и гидравлически оптимальными соплами) на напор 3–4 м. Совместив их с гидрорыхлительными соплами, спроектированы и изготовлены эжекторно-рыхлительные устройства (ЭРУ) для грунтовых насосов ГрУТ-2000/63 и ГрУТ-2650/75. В 2007 г. изготовлен и испытан опытный образец, а в 2008 г. были оборудованы ЭРУ 10 земснарядов из 30 работающих в компании.

Использование ЭРУ позволило решить следующие задачи:

- увеличить глубину разработки до 25–30 м. и тем самым уменьшить долю вскрыши и сократить площадь отведенного карьера;

- увеличить производительность снарядов на 30–50 % за счет увеличения концентрации гидросмеси;

- обеспечить устойчивую работу снарядов из под «слоя грунта», т. е. в условиях завала грунтоприёмника, уменьшая вероятность кавитации и срыва вакуума.

При работе на воде напор (около 3,5 м), создаваемый эжектором равен потерям напора во всасывающем трубопроводе, показания вакуумметра при этом равно нулю. При переходе на гидросмесь вакуум может быть доведен до допустимой величины 6–7 метров, обеспечивая высокую концентрацию гидросмеси - 1,2–1,3 т/м куб. Дальнейшее увеличение напора эжектора, обеспечивающего повышение всасывающей способности земснаряда, на наш взгляд нецелесообразно, так как при такой концентрации наступает ограничение по способности транспортирования гидросмеси в напорной линии. С другой стороны, эжекторы имеют низкий к.п.д. (около 25%) и требуют существенных затрат энергии. На модернизированных нами электрических снарядах мощность электродвигателя ЭРУ составляет 40–50 % мощности основного двигателя грун-

тового насоса. Снаряды, снабженные ЭРУ, в сезон 2008 г. достигли объема добычи 1,5–2,0 млн м куб. при снижении удельных затрат на электроэнергию. **ИВАБ**

***S.V. Ovcharuk, A.G. Tolmachev***  
***THE MAIN FEATURES OF DREDGER EXCAVATION IN THE WESTERN SIBERIA***

*The main parameters of water-jet air pump – injectors in terms of the classical scheme (equipped with a diffuser, mixing chamber, confuser and hydraulically optimum nozzle) designed for the suction lift of 2-4 m. The ejection rippers equipment for the soil pumps are designed and produced.*

*Key words: dredgers, ejector, gravel and earth lift system, hydraulic fluid, sinking pump.*

***Коротко об авторах***

*Овчарук С.В., Толмачев А.Г. – ЗАО «Компания МТА», г. Сургут,  
gidromta@wsnet.ru*

