

УДК 656.62

Яковлев Сергей Герасимович¹, доцент, к.т.н., профессор кафедры ЭСЭУ
e-mail: yack17@yandex.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ БУСТЕРНОГО ГРУНТОВОГО НАСОСА

Аннотация. Применение бустерного грунтового насоса позволяет решать задачу повышения производительности по грунту при дефиците всасывающей способности трюмного грунтового насоса. Регулирование работы бустерного насоса даст возможность работать с такой характеристикой, которая практически в любых условиях эксплуатации землесоса обеспечивает бескавитационный режим. Однако ограничивающими факторами могут быть или мощность главного двигателя, или резерв мощности судовой электростанции. Оценка этих факторов позволяет достичь наибольшей производительности по грунту в конкретных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: землесос, производительность по грунту, бустерный грунтовой насос, плотность гидросмеси, грунтонасосный комплекс, кавитация, судовая электростанция

Исследования в области использования погружных грунтовых насосов свидетельствуют об их высокой эффективности при проведении модернизационных работ, реновации. [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Опыт эксплуатации добывающих, дноуглубительных землесосов, в частности, дноуглубительного землесоса проекта Р-161 [7], показал, что технические возможности грунтонасосной установки, в состав которой входят главный двигатель 6ЧРН 36/45 и грунтовой насос Гр 8000/25, используются не полностью. Ограничивающим фактором при данной компоновке является низкая всасывающая способность грунтового насоса вследствие большой длины всасывающего грунтопровода, которая составляет 56 м. Дефектация основных деталей грунтового насоса подтвердила, что установка работает в кавитационном режиме. Расчет режимов работы грунтонасосного комплекса свидетельствует, что максимальная производительность по грунту при глубине извлечения грунта $H_p=11\text{ м}$ составляет $1170\text{ м}^3/\text{ч}$. Результаты исследований представлены на рис.1, из которых следует, что максимально достижимая плотность гидросмеси составляет $\rho = 1,15\text{ т/м}^3$.

Для устранения кавитационных явлений существуют различные технические решения, из которых оптимальным является установка подпорного насоса. В работе [8] рассмотрен метод проектирования бустерного осевого насоса, рабочее колесо которого представляет шнек переменного шага, технические показатели которого следующие: напор $H_{\sigma,н} = 2,8\text{ м}$, подача $Q=7200\text{ м}^3/\text{ч}$, частота вращения $n_{\sigma,н} = 280\text{ мин}^{-1}$.

Расчёт частот вращения бустерного осевого грунтового насоса, обеспечивающих бескавитационный режим работы, иллюстрируется рис.2. Возможность достижения максимальной производительности по грунту из условия полного использования номинальной мощности главного двигателя показана на рис.3. Сверху область эксплуатационных режимов ограничена максимальной глубиной извлечения грунта, снизу – минимальной. Слева пунктирная линия соответствует производительности по грунту

$Q=1170\text{ м}^3/\text{ч}$ при $\rho = 1,15\text{ т}/\text{м}^3$, а справа штрих пунктирная линия – максимальной производительности $Q=2010\text{ м}^3/\text{ч}$ ($\rho = 1,3\text{ т}/\text{м}^3$) по условию использования номинальной мощности главного двигателя.

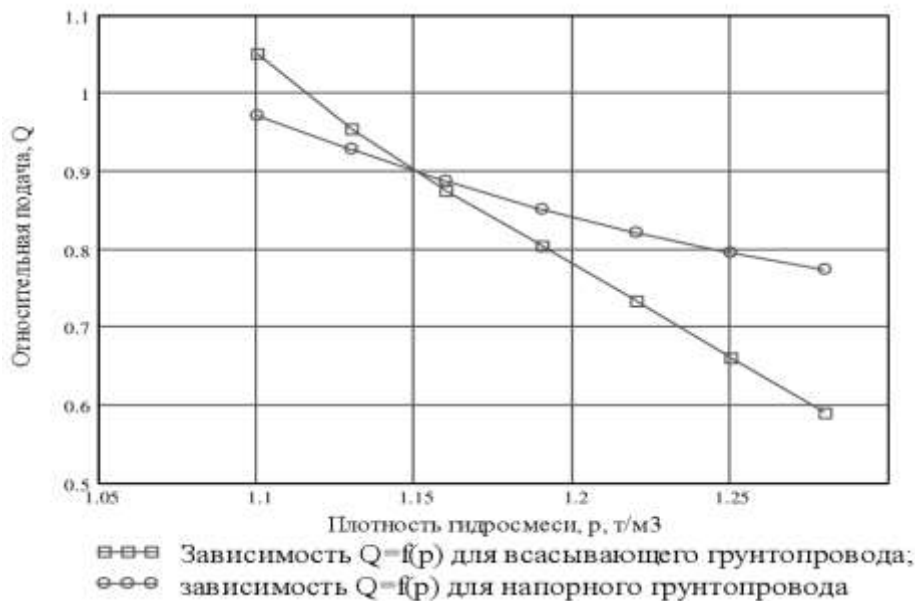


Рисунок 1 - Характеристика грунтонасосной установки землесоса проекта Р-161

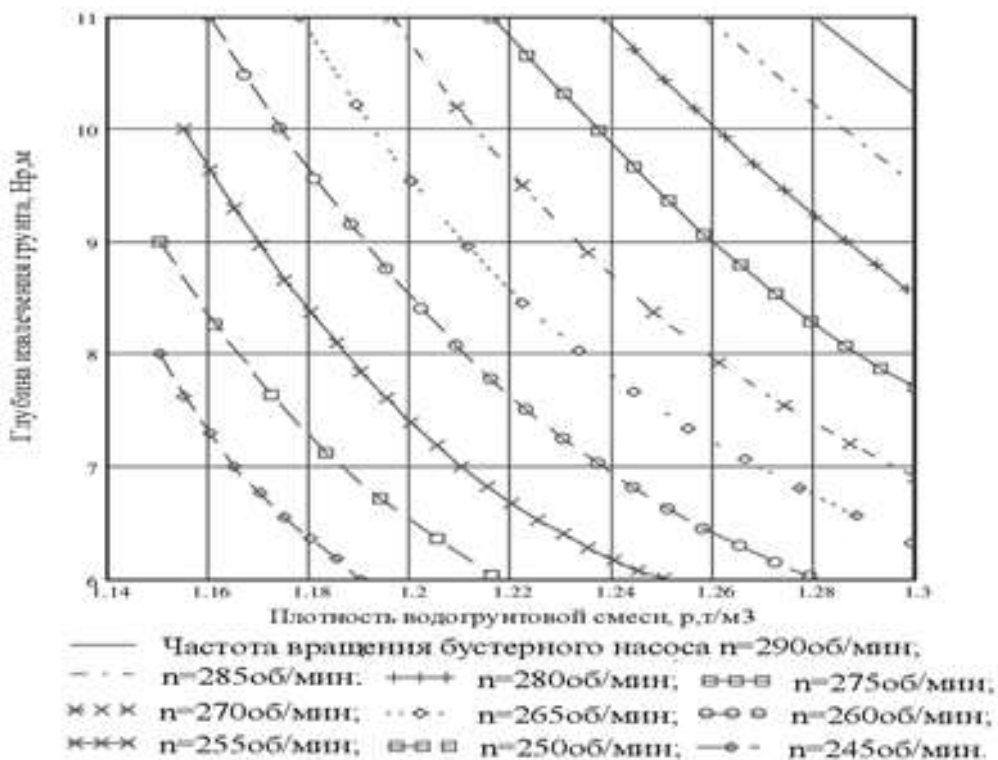


Рисунок 2 - Частоты вращения бустерного грунтового насоса, обеспечивающие бескавитационный режим

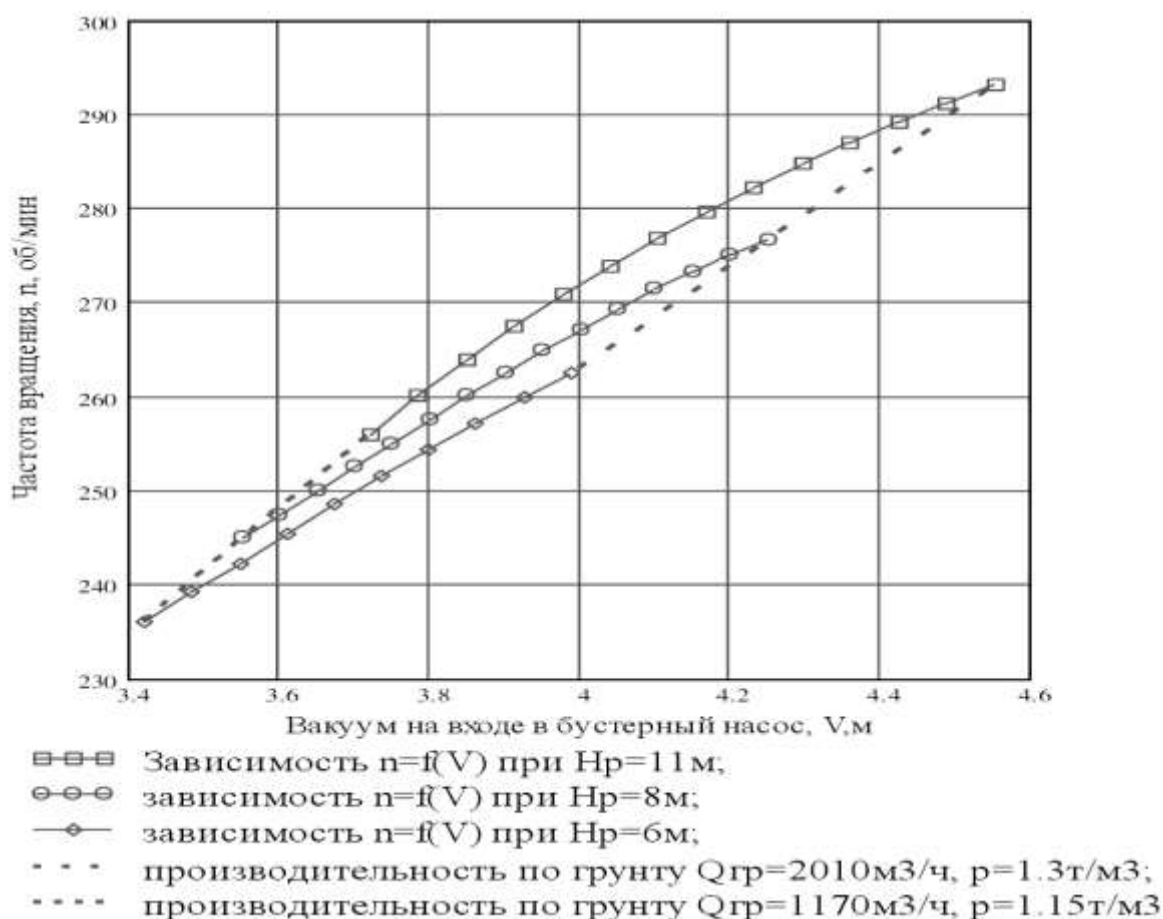


Рисунок 3 - Область эксплуатационных режимов

При этом, не всегда резервы мощности судовой электростанции (СЭС) создают условия для полного использования мощности главного двигателя. В этом случае имеющийся резерв СЭС будет определять напор бустерного насоса и его частоту вращения при условии бескавитационной работы трюмного насоса в различных условиях эксплуатации. Имеющийся резерв мощности судовой электростанции земснаряда проекта Р-161 составляет ≈ 100 кВт. Анализ представленных зависимостей (рис.4) показывает, что при глубине извлечения грунта $6 \div 7$ м ограничений по всасыванию нет. Увеличение глубины ведёт к снижению максимально достижимой плотности гидросмеси и при $H_p = 11$ м она составляет $\rho = 1,23$ т/м³.

Графические зависимости, показанные на рис.5, свидетельствуют об ограничивающем влиянии на производительность землесоса мощности судовой электростанции. Полностью мощность главного двигателя может быть использована на глубинах разработки грунта $H_p = 6 \div 7$ м. Дальнейшее увеличение глубины ведёт к заметному снижению производительности по грунту.

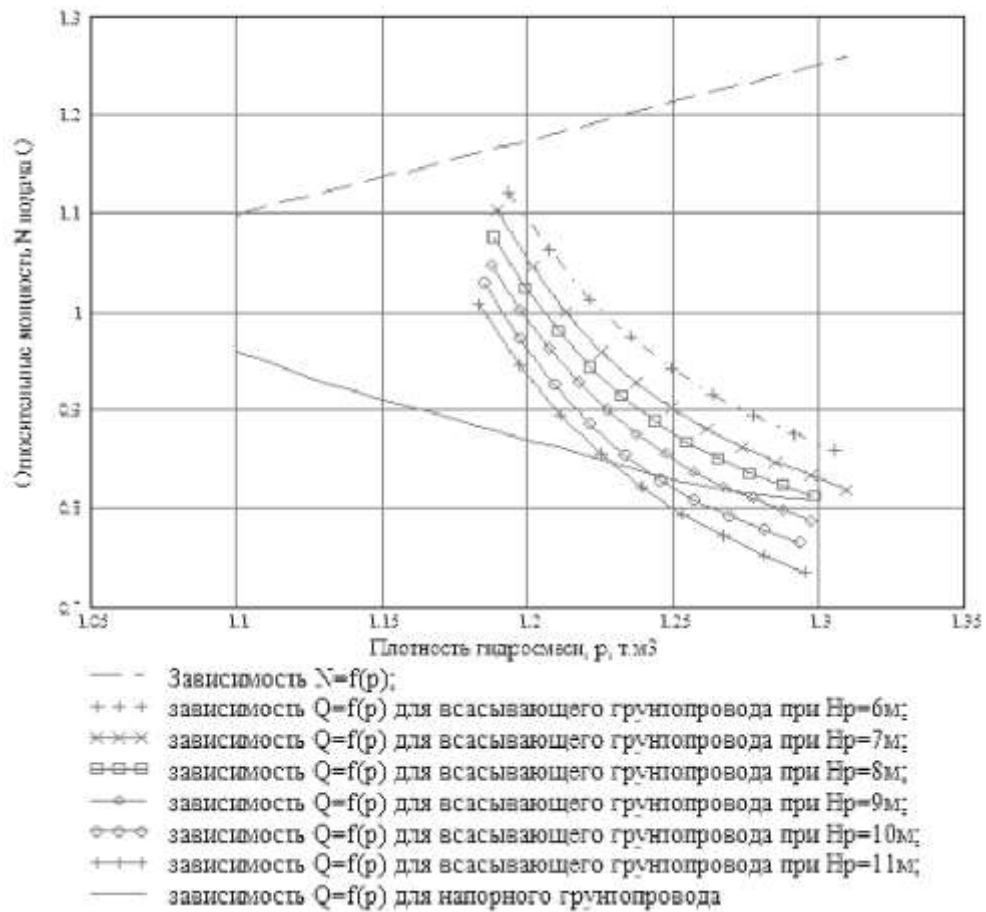


Рисунок 4 - Характеристика грунтонасосной установки землесоса проекта Р-161 в различных условиях эксплуатации



Рисунок 5 - Производительность по грунту при различных ограничивающих факторах

Список литературы:

1. Шкундин Б.М., Жарницкий Е.П., Ухин Б.В. Погружные грунтовые насосы (опыт применения, проблемы и перспективы)//Механизация строительства. 1982. - №11.
2. Жарницкий Е.П. Землесосные снаряды с погружными грунтовыми насосами. – М.: Недра, 1988. – с.141.
3. Шкундин Б.М. Машины для гидромеханизации земляных работ. /-М.: Стройиздат, 1995. -224с.
4. Ялтанец И.М. Гидромеханизированные и подводные горные работы. – М.: Изд-во «ООО Центр инновационных технологий», 2012.
5. Огородников С.П., Михеев И.И., Кулаков А.Е. Применение погружных осевых грунтовых насосов – эффективное направление повышения всасывающей способности земснарядов//Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2006 – СВ Гидромеханизация. – с.112-116.
6. Лукин Н.В. Характеристики землесосов и оптимальные режимы их работы. – Горький, ГИИВТ, 1969. – с.43
7. Яковлев С.Г. Исследование режимов работы грунтонасосной установки землесоса проекта Р-161 с бустерным грунтовым насосом осевого типа. Тр./ ГИИВТ, вып.265, 1992г. – с.29-31.
8. Яковлев С.Г. Бустерный осевой грунтовой насос. – Труды международной конференции «Проблемы прочности и эксплуатационной надежности судов», г. Владивосток, 1999г. - с. 459-462.

RESEARCH OF OPERATIONAL MODES BOOSTER GROUND PUMP WORKS

Sergey G. Yakovlev

Abstract. The installation of a booster ground pump allows you to solve the problem of increasing the productivity of the ground with a shortage of suction capacity of the main ground pump. Regulating the operation of the booster pump makes it possible to work with such a characteristic that provides a cavitation-free mode in almost any operating conditions of the dredger. However, limiting factors may be the power of the main engine or the reserve power of the ship's electrical station. Evaluation of these factors makes it possible to achieve the highest productivity on the ground in various operating conditions.

Keywords: dredger, ground productivity, booster ground pump, density of hydraulic mixture, ground pump complex, cavitation, ship's electrical station

