

## ПОДБОР ПОГРУЖНОГО КАНАЛИЗАЦИОННОГО НАСОСА С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПРОГРАММЫ



М. И. Багро, студентка

E-mail: msbagro@inbox.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет»

В. Г. Пунтусов, канд. техн. наук, доц.

E-mail: v.puntusov57@mail.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет»

В статье рассматриваются основные типы насосов, их устройство и принцип работы. Особое внимание уделяется анализу конструктивных особенностей каждого типа насоса, что позволяет определить оптимальные условия эксплуатации и повысить надежность системы. Также в статье представлен алгоритм расчета параметров, необходимых для проектирования системы транспортировки воды, включая напор, подачу, высоту всасывания, коэффициент полезного действия, кавитацию и мощность агрегатов. Рассмотрены методы оценки эффективности работы насосных станций, такие как коэффициент полезного действия и энергетические показатели. В ходе исследования была подтверждена эффективность метода выбора насосного оборудования, основанного на анализе совокупных затрат за весь период эксплуатации. Этот метод позволяет учесть не только первоначальные капитальные вложения, но и эксплуатационные расходы, что делает его более точным и экономически обоснованным.

**Ключевые слова:** насосы, насосные станции, оборудование, расчет, подбор, подбор насосов, программа подбора.

### ВВЕДЕНИЕ

Подбор насосного оборудования представляет собой сложный и многоаспектный процесс, требующий тщательного контроля множества параметров, глубоких теоретических знаний и практического опыта. С развитием специализированных программных продуктов для подбора насосов данная задача стала несколько проще, однако это не означает, что программа может полностью взять на себя все функции подбора.

Для эффективного использования таких программ необходимо не только овладеть механикой их функционирования, но и обладать глубокими знаниями о бренде и модели насоса, который требуется подобрать. Важно уметь интерпретировать маркировки насосов, проводить анализ их энергоэффективности, а также оценивать экономические затраты, связанные как с приобретением оборудования, так и с его последующим обслуживанием [1–5]. В данной статье будет рассмотрен пример подбора насосного агрегата с использованием специализированной программы.

### ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках настоящего исследования объектом изучения является поэтапный подбор насосного оборудования с использованием специализированной программы подбора. Особое внимание уделяется техническим параметрам насосных агрегатов, включая тип конструкции, метод монтажа, производительность, давление, коэффициент полезного действия (КПД), кавитационный запас и номинальную мощность электродвигателя.

## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Настоящая работа направлена на демонстрацию подбора нового насоса или аналога уже существующего на примере одной из множества программ.

В рамках исследования поставлена задача рассмотреть пошаговый подбор насосного агрегата с использованием специализированной программы подбора насосного агрегата.

В инженерных расчетах, связанных с транспортировкой жидких сред, ключевым этапом является выбор насосного оборудования.

Выбор насоса основывается на ряде ключевых параметров:

- конструктивные особенности;
- создаваемый напор;
- требуемая производительность;
- свойства перекачиваемой среды;
- стоимость.

При подборе насоса необходимо учитывать характеристики перекачиваемой жидкости, такие как температура, кислотность, уровень загрязнения, размер твердых включений и вязкость.

Перед тем как приступить к подбору оборудования, необходимо определить тип насоса (циркуляционный, вихревой, дозирующий, скважинный, погружной канализационный, сухой установки, с мокрым ротором и т. д.), затем важно определить состав перекачиваемой жидкости. Если жидкость с примесями, то важно знать процентное содержание этих примесей – это необходимо для того, чтобы корректно подобрать материальные и конструктивные элементы. Например, если в жидкости содержится кислота или другая агрессивная составляющая, лучше всего будет использовать насос из нержавеющей стали высокой марки, а если в жидкостях присутствуют длинные волокнистые включения, то необходимо подбирать насос с режущей кромкой, чтобы не допустить забивания рабочего колеса, что непременно приведет к его скорой поломке. Вариантов конструкции рабочего колеса на сегодняшний день существует большое количество, очень важно подобрать его корректно.

После того, как мы определились с составом перекачиваемой среды, типом агрегата и его конструктивными решениями, мы переходим к основным параметрам насоса, а именно к производительности насоса ( $Q$ , м<sup>3</sup>/ч) и напору ( $H$ , м).

Напор насоса – величина, характеризующая способность насоса поднимать жидкость на определенную высоту, определяемая по формуле:

$$H = Z + \frac{p_M + p_B}{\rho g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g},$$

где  $\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $g$  – ускорение свободного падения;  $v_1$  и  $v_2$  – скорости жидкости соответственно во входной части и на выходной части насоса;  $p_M$  и  $p_B$  – величины, определяемые по показателям манометра и вакуумметра [1].

Производительность насоса – количество жидкости, которое насос способен перекачивать за единицу времени.

После того как мы по рабочей точке (требуемые показатели напора и производительности) подобрали несколько наиболее подходящих вариантов, мы приступаем к оценке их энергоэффективности, что определяет мощность насоса.

У каждого насоса есть два показателя мощности, а именно номинальная мощность электродвигателя и потребляемая мощность на валу. Обычно оценка происходит по номинальной мощности электродвигателя ( $P_2$ ). Нашей задачей является выбор насоса с наименьшей мощностью, чтобы обеспечить энергоэффективность насосного агрегата.

После того как мы выбрали насос, очень важно оценить значение кавитационного запаса.

Кавитационные характеристики – параметры, определяющие условия возникновения кавитации в насосе и ее влияние на его работу.

На графике зависимости параметров насоса эта характеристика имеет шкалу от 0 до 10, при правильном подборе ее значение не должно превышать 4,5–5,0 м [6–9].

Как правило, если по всем вышеперечисленным параметрам насос встает хорошо, то он выдаст высокий КПД в нашей рабочей точке.

КПД насоса  $\eta_n$  учитывает утечки через уплотнения и зазоры (объемный КПД,  $\eta_v$ ), потери напора при движении перекачиваемой жидкости внутри насоса (гидравлический КПД,  $\eta_r$ ) и потери на трение между подвижными частями насоса, такими как подшипники и сальники (механический КПД,  $\eta_{мех}$ ):

$$\eta_n = \eta_v \cdot \eta_r \cdot \eta_{мех}.$$

Сегодня существует огромное количество программ по подбору и расчету насосов. Все они идентичны по своему наполнению, чаще всего совпадает даже внешний вид, поэтому разобравшись в одной, мы сможем пользоваться любой из существующих программ. Проведем подбор на примере программы подбора насосов популярного бренда CNP [10].

Исходные данные. Необходим погружной канализационный насос на слегка загрязненную воду, который будет установлен на рабочую точку 40 м<sup>3</sup>/ч при напоре 20 м, с диаметром фланцев DN 80.

Подбирать будем промышленный насос марки CNP. Для этого заходим в программу (рисунок 1).

Вернуться на главную

### Условия эксплуатации

Расход:  м³/h

Напор:  м

Тип привода:  Двигатель

Установить частоту:  50 HZ

Дополнительные конструктивные моменты >

Пожарный насос:  Нет

Серия двигателей:

Мощность двигателя(kw):

Дополнительные настройки

Следующий шаг >>

### Серия продукта

Выбрать все

Тип:  Насос с торцевым всасыванием

Рисунок 1 – Начальная страница программы

Теперь необходимо ввести все исходные данные в пустые поля и выбрать серию канализационных насосов. Перед этим необходимо уточнить, какое количество насосов требуется и как они будут работать. В случае, когда будет установлен один насос, все просто, требуемая рабочая точка – это именно те параметры, на которых будет работать наш насос, следовательно, данная точка должна находиться в рабочем диапазоне насоса, в точке наивысшего КПД. Но если требуется два и более агрегата, то важен режим их работы, они могут включаться попеременно или могут работать параллельно.

В том случае, когда насосы включаются попеременно, ситуация не меняется, каждый из насосов должен выдавать заданную точку. Но если же насосы будут работать совместно, то требуемую производительность следует разделить на количество насосов так, чтобы в сумме они выдавали требуемое значение. Вернемся к нашему примеру: в исходных данных требуемая производительность – 40 м<sup>3</sup>/ч, если же на эту точку будут смонтированы два насоса, то мы должны понимать, что производительность каждого насоса должна быть 20 м<sup>3</sup>/ч при том же напоре. В нашем случае в ТЗ прописан один агрегат, тогда в программу вбиваем точку 40 м<sup>3</sup>/ч на 20 м (рисунок 2).

[Вернуться на главную](#)

## Условия эксплуатации

## Серия продукта

Расход:  m<sup>3</sup>/h

Напор:  m

Тип привода:  Установить частоту:

Дополнительные конструктивные моменты: >

Пожарный насос:

Серия двигателей:

Мощность двигателя(kw):

+ Дополнительные настройки

Следующий шаг >>

Выбрать все По типу

Тип:

SP(50Hz)

WQ

WQ/H

Рисунок 2 – Ввод данных

Затем запускаем программу нажатием кнопки «Следующий шаг». Видим несколько вариантов (рисунок 3), программа, как правило, сначала показывает самый близкий к введенным параметрам насос. Также программа сразу рисует миниатюрную характеристику насоса, которая подсказывает нам, в какой части кривой находится наша точка.

水泵 选型 结果											
Стартовая страница	Подбор по точке	Порядок сортировки		Выбор колонки	Сравнение	Экспорт	Предыдущий шаг				
<input type="checkbox"/>	Внешний вид	Серии	Модель	Диаграмма	Расход m <sup>3</sup> /h	Напор m	КПД (%)	Мощность на валу (kW)	NPSH (m)	Скорость rpm	
<input type="checkbox"/>		WQ	<a href="#">80WQ40-17-4QG(I)</a>		40	20.4	67.8	3.3		2840	
<input type="checkbox"/>		WQ	<a href="#">80WQ40-19-4(I)</a>		30	19.1	62	3.3		2840	
<input type="checkbox"/>		WQ	<a href="#">88WQ40-19-4(I)</a>		30	18.9	61.6	3.2		2840	
<input type="checkbox"/>		WQ	<a href="#">100WQ65-18-5.6(I)</a>		41	20.5	52.4	4.3		2940	
<input type="checkbox"/>		WQ	<a href="#">100WQ65-16-5.6W(I)</a>		30	19.2	52.3	3.9		2940	
<input type="checkbox"/>		WQ	<a href="#">100WQ60-16-7.5(I)</a>		30	19.5	51.7	4.0		2940	

Техническая поддержка: Shanghai EvenTech Fluid Technology Co., Ltd. версия: 2.24.0513A Zhejiang ICP No. 05002702 данные только для справки, если есть изменение, но не уведомление авторского права

Рисунок 3 – Результаты подбора

По маркировке насоса можно понять некоторые основные параметры конкретного агрегата, чтобы не открывать каждый. Например, на первой строчке мы видим насос с маркировкой 80WQ40-17-4QG(I), отсюда мы можем сразу определить диаметр напорного патрубка DN 80мм (по первым цифрам), а значит, варианты с маркировкой 65WQ, 100WQ и т. д. можно даже не рассматривать. Далее идет цифра 40, которая обозначает номинальную производительность насоса, за ней цифра, показывающая номинальный напор, после стоит цифра 4, которая показывает мощность электродвигателя, а в последних буквах как раз зашифрован тип рабочего колеса. Для данного производителя расшифровка следующая:

- WQ(I) – классическое исполнение с рабочим колесом закрытого типа;
- WQX(I) – исполнение с вихревым рабочим колесом Vortex;
- WQ-W и WQ-QG(I) – исполнение с режущим рабочим колесом;
- WQ-H(I) – исполнение со спиральным полуоткрытым рабочим колесом;
- WQ-JY(I) – исполнение с перемешивающим механизмом;
- WQD – исполнение небольших типоразмеров с однофазным питанием электродвигателя.

Так как никаких длиноволокнистых или тряпичных включений в нашем случае нет, то вариант с режущим рабочим колесом нам тоже не подходит, так как такая конструкция импеллера будет дороже, чем обычное канальное колесо. Следовательно, наш вариант находится на второй строчке.



Рисунок 4 – Характеристики насоса

На этой странице мы можем ознакомиться со всеми параметрами насоса, проверить рабочую точку и сформировать паспорт, а также ознакомиться с чертежом (рисунок 5). По графику мы видим, что насосу не хватает буквально одного метра напора при запрашиваемой производительности. В таком случае, если напором жертвовать нельзя, можно немного уменьшить производительность, тогда насос выдаст 20 м напора. Если же важно сохранить производительность, то можно оставить как есть.

В данном случае у насоса стандартное одноканальное рабочее колесо, что вполне удовлетворяет нашим требованиям. КПД у насоса более 62 %, что является абсолютной нормой, на рабочую точку встал хорошо, из представленных моделей является наиболее энергоэффективным, так как номинальная мощность двигателя – 4 кВт, тогда как у других вариантов – до 7,5 кВт.

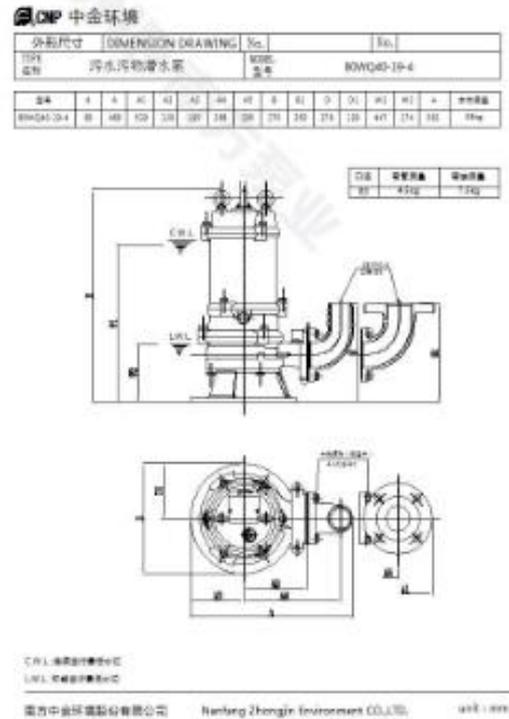
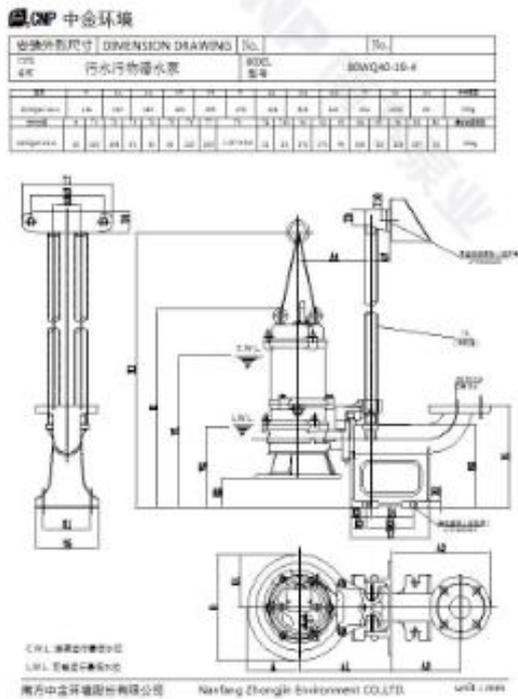


Рисунок 5 – Чертеж насоса

Такой насос считается правильно подобранным и будет исправно работать.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Процесс подбора насосного оборудования осуществляется на основании множества параметров, среди которых присутствуют как расчетные, так и не требующие дополнительных вычислений, такие как вязкость и качество воды, а также конструктивные особенности самого агрегата. Выбор насоса представляет собой критически важный этап, поскольку от него зависит функционирование всей системы и ее эксплуатационные характеристики.

Также следует принимать во внимание качество воды, поступающей из источника водоснабжения. Затраты на эксплуатацию насосов напрямую зависят от степени загрязненности воды: сточные воды требуют значительных капитальных вложений на ремонт и обслуживание оборудования.

Несмотря на то, что сегодня существует огромное количество программ для подбора насосного оборудования, все равно очень важны как теоретические, так и практические знания данного процесса. Пример, который мы рассмотрели в статье, наглядно продемонстрировал, что программа не всегда может предложить именно то, что требуется на объект. Она не учитывает множество нюансов, которые должен знать специалист, например далеко не в каждой программе можно выставить нестандартную перекачиваемую среду, процентное содержание кислот или щелочей, программа сама не подберет нужный вариант импеллера и т. д. Тем не менее все это очень важно, от этого напрямую зависит то, как долго сможет прослужить агрегат, затраты на его энергопотребление и, в конце концов, его стоимость, что тоже немало важно.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Турк, В. И. Насосы и насосные станции / В. И. Турк, А. В. Минаев, В. Я. Карелин. – Москва: Стройиздат, 2014. – 296 с.
2. Ломакин, А. А. Центробежные и осевые насосы / А. А. Ломакин. – Москва; Ленинград: Машиностроение, 1966. – 364 с.

3. Черкасский, В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры / В. М. Черкасский. – Москва: Энергия, 1977. – 424 с.
4. Volk, M. Pump Characteristics and Applications (Mechanical Engineering) / M. Volk. – Ed. 3. – CRC Press, 2013. – 516 с.
5. Garr, M. Pumping Station Design / M. Garr, L. Robert. – Ed. 3. – ButterworthHeinemann, 2008. – 1104 с.
6. Найманов, А. Я. О надежности систем водоснабжения и водоотведения / А. Я. Найманов // Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. – № 7. – С. 30–35.
7. Мюцель, Ф. Эксплуатационная надежность и экономичность насосных станций / Ф. Мюцель // Водоснабжение и санитарная техника. – 2006. – № 1. – С. 43.
8. Березин, С. Е. Оптимальные параметры насосных станций с погружными насосами мокрой установки / С. Е. Березин // Водоснабжение и санитарная техника. – 2006. – № 3–2. – С. 10–19.
9. Березин, С. Е. Оптимизация формы и размеров малых насосных станций с насосами погружной установки / С. Е. Березин // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. – № 5. – С. 33–40.
10. Программа подбора оборудования бренда CNP [Электронный ресурс]. URL: <https://v3.cnppump.ltd/#/RU/Index> (дата обращения: 16.10.2024).

#### SELECTION OF A SUBMERSIBLE SEWAGE PUMP USING A SPECIALIZED PROGRAM

M. I. Bagro, student

E-mail: msbagro@inbox.ru

Kaliningrad State Technical University

V. G. Puntusov, PhD, Associate Professor

E-mail: v.puntusov57@mail.ru

Kaliningrad State Technical University

The article discusses the main types of pumps used in water supply and sanitation, their design and principle of operation. Special attention is paid to the analysis of the design features of each type of pump, which allows you to determine the optimal operating conditions and increase the reliability of the system. The article also presents an algorithm for calculating the parameters necessary for the design of a water transportation system, including pressure, supply, suction height, efficiency, cavitation and power units. The methods of evaluating the efficiency of pumping stations, such as efficiency and energy indicators, are considered. The study confirmed the effectiveness of the method of selecting pumping equipment based on the analysis of total costs for the entire period of operation. This method allows you to take into account not only initial capital investments, but also operating costs, which makes it more accurate and economically justified.

**Keywords:** pumps, pumping stations, equipment, calculation, selection, selection of pumps, selection program.