

Как видно из приведенной таблицы наибольший объем наносов наблюдается в водохранилищах наиболее крупных по площади и имеющих значительный срок эксплуатации, что полностью соответствует теории берегоформирования [1,2].

Приведенная выше эмпирическая зависимость может быть использована при укрупненной оценке заносимости приемных колодцев водозаборных сооружений. Зависимость применима для расчетных высотах волн высотой до 1,20 м, несвязных песчаных грунтов крупностью частиц не более  $d_{50} = 0,1\text{см}$ , образующих влекомые наносы.

Существующие водохранилищные водозаборы подвержены занесению вдольбереговым потоком наносов, образующимся при переработке берега ветровым волнением. При этом значение песчаных наносов в процессе занесения водозаборов намного более значимо в средней и приплотинной частях водохранилищ, когда как, в верховьях водоемов более значимым фактором затрудняющим эксплуатацию водозабора является зарастание водоема и образование донных органических отложений, Ориентировочный прогноз стока вдольбереговых наносов в условиях водохранилищ Беларуси можно выполнять по предлагаемой в статье эмпирической зависимости, которая требует последующих уточнения.

### Литература

- 1.Максимчук В.Л. Рациональное использование берегов водохранилищ // В.Л. Максимчук: Киев, Наукова думка, 1981. – 176с.
2. Левкевич В.Е. Инженерная защита и мониторинг прибрежной зоны водохранилищ Беларуси // В.Е. Левкевич, Минск, Право и экономика, 2020. – 152с.

УДК 621.65

### Материалы, применяемые в современном насосостроении

Каравацкая К.С.

Научный руководитель Майорчик А.П., к.т.н.

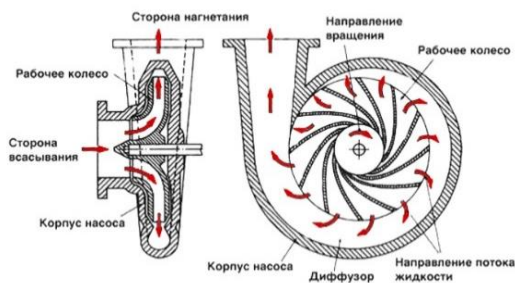
Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

*На основании проведенного литературного обзора рассмотрено строение насоса, проанализированы материалы, используемые для создания различных деталей насоса, проведена сравнительная характеристика материалов, применяемых в современном насосостроении.*

Насос – гидравлическая машина, которая преобразует механическую энергию двигателя в энергию потока жидкости, служащую для перемещения и создания напора жидкости.

Все существующие насосы классифицируются на две большие группы: динамические и объемные. В динамических насосах передача энергии жидкости происходит путем воздействия гидродинамических сил на незамкнутый объем жидкости, при постоянном сообщении входа и выхода насоса. А в объемных насосах все работает по принципу вытеснения жидкости, изменяя ее объем. Динамические делят на лопастные и насосы трения, а лопастные, в свою очередь на осевые и центробежные. Объемные бывают винтовые, поршневые и другие. Чаще всего применяют центробежные насосы, на их примере далее рассмотрен принцип работы и конструктивные особенности насосов (рис.1).



**Рис. 1. Принцип работы центробежного насоса**

Насос состоит из корпуса, имеющего спиральную форму, рабочего колеса, закрепленного на валу, лопастей рабочего колеса, изогнутых в сторону, противоположную направлению вращения колеса. Действие центробежного насоса основано на передаче кинетической энергии от вращающегося рабочего колеса частицам жидкости, находящимся между его лопастями. Под влиянием центробежных сил, возникающих при вращении, жидкость будет перемещаться в направлении показанном на рисунке, и на входе в рабочее колесо будет возникать вакуумметрическое давление. Основные характеристики насоса: напор, подача, мощность и КПД. Именно материалы, из которых изготовлены детали насоса существенно влияют на эти характеристики, поэтому очень важно грамотно их подобрать.

Основными материалами, применяемыми в современном насосостроении являются:

1) Нержавеющая сталь: как уже упоминалось ранее, нержавеющая сталь является одним из основных материалов, применяемых в насосах. Она обладает хорошей коррозионной стойкостью, что делает ее подходящим для лопастей рабочего колеса в различных условиях эксплуатации.

2) Чугун: чугунные лопасти могут использоваться в насосах, работающих с агрессивными жидкостями или содержащими твердые частицы. Чугун характеризуется высокой прочностью и износостойкостью.

3) Латунь: латунные лопасти могут применяться в насосах для перекачивания воды и других неагрессивных жидкостей. Они обладают хорошей коррозионной стойкостью и отличными механическими свойствами.

4) Алюминий: легкий и прочный алюминий может быть использован для лопастей в насосах, работающих в условиях средних нагрузок. Алюминиевые лопасти обладают хорошей термической проводимостью.

5) Полимеры: как и в случае с рабочими колесами, полимерные материалы, такие как полипропилен или полиуретан, могут также применяться для изготовления лопастей в насосах, предназначенных для работы с химически агрессивными средами.

Рассмотрим материалы из которых изготавливается корпус насоса. В основном используются такие материалы, как чугун, пластик и нержавеющая сталь. Насосы с чугунным корпусом имеют следующие преимущества:

1) Стоимость. Корпус из чугуна стоит намного дешевле чем из стали, что делает его более доступным для потребителей

2) Устойчивость к коррозии. Чугун достаточно устойчивый к коррозии, поэтому может использоваться даже для перекачки агрессивных жидкостей.

3) Легкость. Насосы из чугуна весят меньше чем из стали, что делает их более удобными в транспортировке.

4) Простота изготовления. Такие насосы достаточно просто изготовить в больших количествах.

Самым главным недостатком чугуна, является его хрупкость. При эксплуатации таких насосов, велика вероятность, что при ударе корпус насоса придет в негодность.

Теперь рассмотрим плюсы и минусы применения стали для изготовления корпуса насоса:

1) Прочность. Сталь один из самых прочных материалов, поэтому насосы из стали выдерживают очень высокое давление жидкости.

2) Устойчивость к высоким температурам. Стальная конструкция насоса позволяет ему работать при высоких температурах без деформаций и повреждений.

3) Гибкость. Сталь можно легко обработать и использовать для изготовления насосов разных форм и конфигураций.

У стали два основных минуса, а именно: стоимость, она немного выше, чем других материалов. Также сталь корродирует, если нет защиты от коррозии.

Пластик, не подвержен коррозии, имеет приемлемую стоимость, но также, как и чугун хрупкий и недостаточно прочный. При механическом воздействии может треснуть.

Главное при выборе материала, учитывать условия использования: то есть вид перекачиваемой жидкости и мощность, необходимую для создания требуемого напора.

Рабочее колесо насоса изготавливают из чугуна или стали. Здесь главными критериями является устойчивость к коррозии, прочность и возможность работы насоса при высоких температурах. Иногда применяют бронзу.

Для перекачки агрессивных жидкостей в современном насосостроении могут применяться специальные материалы, которые обладают высокой коррозионной стойкостью и химической инертностью:

1) Фторполимеры (например, тефлон): фторполимеры являются одними из самых химически инертных материалов и обладают отличной коррозионной стойкостью. Они могут применяться для изготовления рабочих колес, насосных корпусов и уплотнений для работы с агрессивными средами.

2) Химически стойкие керамики: керамические материалы, такие как оксид циркония или карбид кремния, обладают высокой химической стойкостью и могут использоваться в насосах для перекачки агрессивных жидкостей с высокими температурами и концентрациями.

3) Никель и его сплавы: никель и его сплавы, такие как инконель или хастеллой, обладают хорошей коррозионной стойкостью и могут быть использованы для насосных деталей, работающих в агрессивных условиях.

4) Полиимиды: полиимидные материалы обладают хорошей химической стойкостью, теплостойкостью и механическими свойствами, что делает их подходящими для перекачки агрессивных жидкостей.

Для защиты материалов насосов от коррозии может применяться различные виды напыления (футеровки). Наиболее распространенными материалами покрытия для защиты от коррозии являются:

1) Антикоррозионные краски: это один из наиболее распространенных методов защиты от коррозии. Антикоррозийные краски образуют защитный слой на поверхности материала, который предотвращает контакт металла с коррозионно-агрессивными средами.

2) Эпоксидные покрытия: эпоксидные покрытия обладают высокой химической стойкостью и могут быть применены для защиты насосов от коррозии в агрессивных средах.

3) Полимерные оболочки: использование полимерных оболочек также является эффективным способом защиты от коррозии. Полимерные оболочки создают защитный барьер между материалом насоса и внешней средой.

4) Цинковое покрытие: цинковое покрытие может быть использовано для защиты от коррозии методом гальванической защиты. Цинк служит анодом и защищает материал насоса от коррозии.

5) Хромирование: хромирование также может быть применено для обеспечения защиты от коррозии насосных деталей. Хромированные поверхности обладают высокой стойкостью к коррозии.

Рабочее колесо насоса расположено на валу, к которому предъявляются жесткие требования по прочности. Материал для производства вала, должен обладать высокой коррозионной стойкостью и износостойкостью. Этим характеристикам отвечает только сталь. Здесь применяются кислая мартеновская сталь (она при нагреве меньше подвержена действию газов, но при этом она больше остальных подвержена коррозии) и сталь марки 12X17 (она очень износостойкая).

Анализ проведенных литературных исследований указывают на большое разнообразие применяемых материалов при изготовлении насосов. Такой диапазон позволяет подобрать наилучшие материалы для любых конкретных условий. Особое внимание рекомендуется уделить композитам (многокомпонентным материалам, изготовленным из двух и более материалов), как более современным материалам.

### **Литература**

1. Строительные нормы Республики Беларусь. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения: СН 4.01.01-2019: утв. постановлением М-ва архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь 31.10.19 № 59. – Минск: Минстройархитектуры, 2020. – 78 с.

2. ГОСТ 32601-2013. Насосы центробежные для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности.

3. Лангеман Д.В. Анализ выбора материала для изготовления валов центробежных насосов // Достижения науки и образования №5 (18), 2017.