

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ 2-ГО ПОДЪЁМА Г. БАРНАУЛА

Камкина Ю.В – студент, Дудин П.В.- студент, Бахтина И.А. – к.т.н., доцент,

Христенко М.С. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

Насосные станции являются наиболее энергоёмкими объектами систем водоснабжения. Кроме того оптимальная работа насосной станции позволяет наряду с экономией электроэнергии, обеспечить необходимый напор воды у потребителей. Ввиду вышесказанного в представленной работе совместно с ООО «БАРНАУЛЬСКИЙ ВОДОКАНАЛ» была поставлена задача анализа работы и оптимизация режима действия насосной станции 2-го подъёма г. Барнаула.

Суммарная максимальная подача воды насосной станцией 2-го подъёма составляет 230 тыс. м³/сут (с учетом воды, подаваемой на 3 подъём). В насосной станции 2-го подъёма, расположенной на Павловском тракте г. Барнаула, установлено и работают самостоятельно три группы насосов. Станция работает неравномерно в течение суток. В настоящее время между первой и третьей группами есть перемычка в помещении насосной станции, которая приоткрывается для поддержания давления на третьей группе.

Первая группа снабжает водой нижнюю часть района «Поток». В неё входят 4 насоса: 3 насоса марки Д2000-100 (20Д-6), производительностью 2000 м³/ч, один насос марки Д1250-125 (14Д-6), производительностью 1250 м³/ч. Производительность данной группы (данные за март 2006 г.) составляет 55600 м³/сут; режим работы группы: постоянно работает 1 насос, в час максимального водопотребления включается дополнительный; приоткрывается перемычка между 1 и 3 группами, включается дополнительный насос. Согласно выполненному гидравлическому расчёту, расход на этой группе составил 436 л/с (не учтен расход воды, подаваемой на 3-й подъём).

Вторая группа снабжает водой среднюю часть города. Вторая группа оборудована 4 насосами марки Д3200-75 (20 НДс), производительностью 3200 м³/ч напором 75 м. Производительность данной группы (данные за март 2006) составляет 80000 м³/сут; режим работы: постоянно работает 1 насос. Согласно выполненному гидравлическому расчёту расход в час максимального разбора на данной группе составляет 1630 л/с).

Средняя зона водоснабжения охватывает наибольшую площадь и является самой неблагоприятной с гидравлической точки зрения. Нижняя часть средней зоны (р-н ул. Чкалова) имеет геодезическую отметку 170,00, верхняя часть (пер. ул. Северо-Западная – Г. Исакова – 207,00).

Водоснабжение нижней части Средней зоны осуществляется по 5 водоводам, пересекающим железнодорожную выемку. В результате гидравлических расчётов и фактических замеров давления установлено, что водоводы через железнодорожную выемку перегружены. Согласно расчетам, средняя скорость в водоводе 600 мм по ул. Путьская составляет 0,9 м/с. Фактические замеры подтверждают это и даже показывают несколько большее значение. Учитывая геодезическую разницу точек 1,5 м и расстояние между точками 620 м, максимальная скорость составляет более 2 м/с, что говорит об отсутствии запаса пропускной способности по этому водоводу (оптимальной считается скорость 1,2 м/с).

Третья группа снабжает водой Юго-Западную зону. Она оборудована 3 насосами марки Д3200-75 (20 НДс), производительностью 3200 м³/ч напором 75 м и 1 насосом марки Д 6300-80 (Д 4700-45), производительностью 4700 м³/ч, напором 45 м. Производительность группы (данные за март 2006) составляет 94400 м³/сут; режим работы: постоянно работает 1 насос Д 3200-75, устроена перемычка в помещении насосной станции между 3 и 1 группами. В часы максимального водопотребления она приоткрывается и запускается дополнительный насос на 1-ой группе. Согласно выполненному гидравлическому расчёту, максимальный расход на этой группе (без учета воды на 3-й подъём) составляет 1130 л/с.

Существующее распределение подачи воды первой, второй и третьей группы насосов насосной станции 2-го подъёма приведено на рисунке 1.

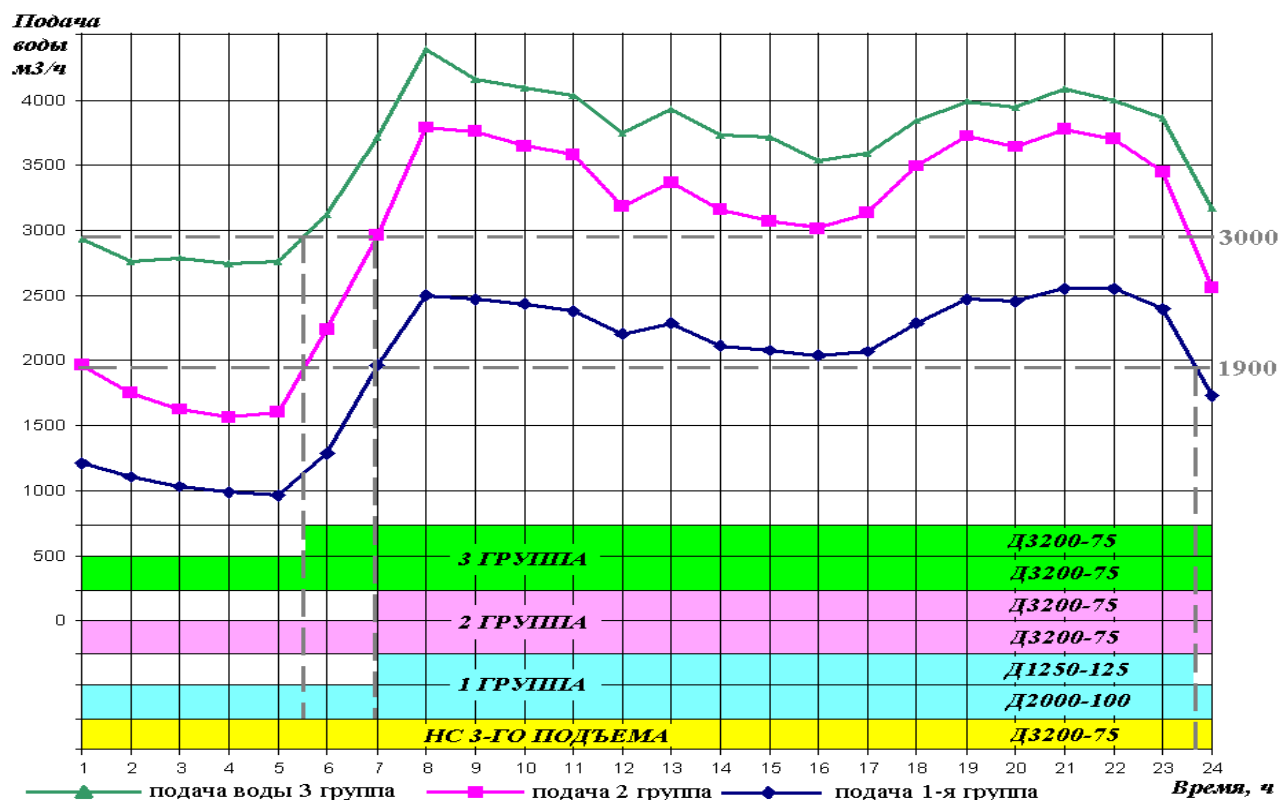


Рисунок 1 – Подача воды насосной станцией 2-го подъёма для первой, второй и третьей группы насосов (средние значения за март 2006).

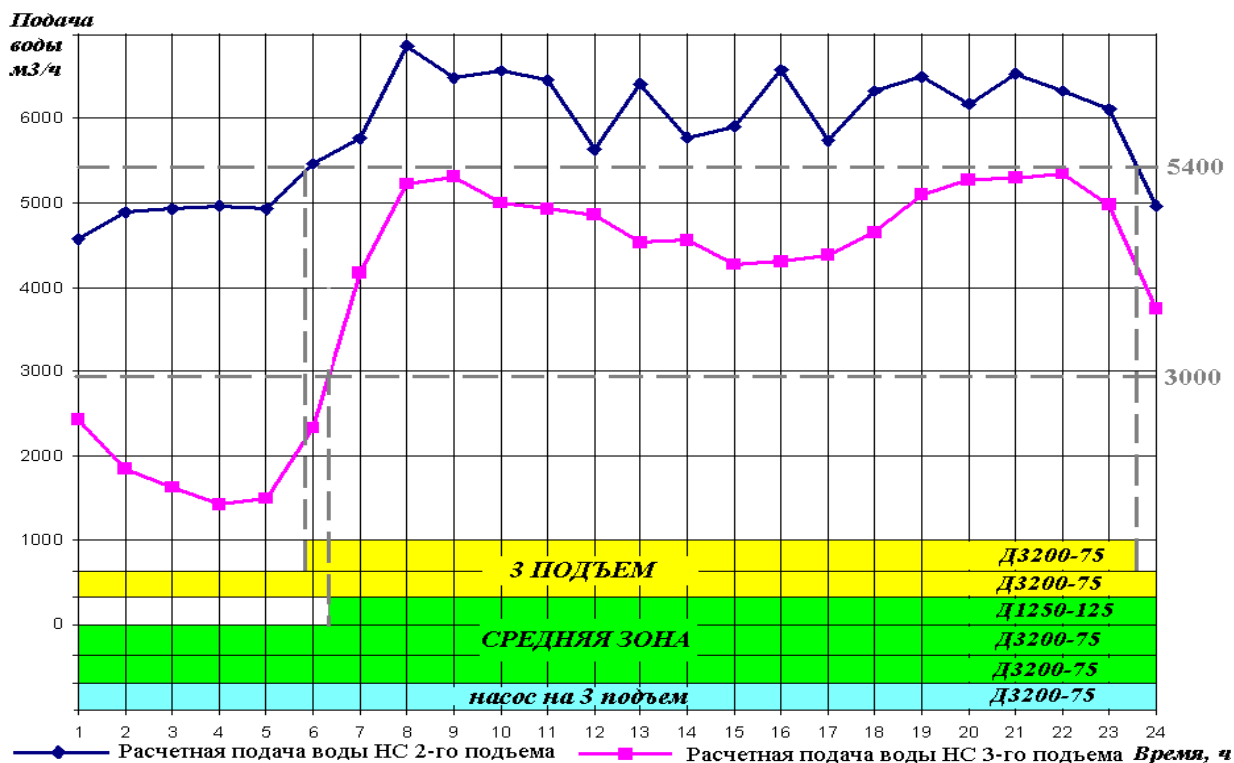


Рисунок 2 – Расчётная подача воды и режим работы насосной станции 2-го подъёма после объединения всех трёх групп насосов.

В результате анализа и гидравлических расчётов были определены основные направления оптимизации работы насосной станции 2-го подъёма. В целях сокращения затрат электроэнергии предполагается провести объединение насосов всех трёх групп водоснабжения в единую систему средней зоны с давлением 6,2-6,3 атм. Разработаны конкретные инженерные решения и расчётная схема для осуществления данного объединения насосов. Согласно расчётной схеме расход на насосной станции составит 2847 л/с в час максимального расхода (без учета воды, подаваемой на 3-й подъём). Расчётная подача воды и режим работы насосной станции 2-го подъёма после объединения всех трёх групп насосов представлены на рисунке 2.

На основании расчётных данных суммарное потребление электроэнергии при работе трёх групп насосов в насосной станции 2-го подъёма составляет 84870 кВт/сут. В результате объединения трёх групп в насосной станции 2-го подъёма в одну общую зону произойдёт консервация высоконапорных насосов Д2000-100 и Д1250-125. Кроме того, согласно проектируемому графику водопотребления (рисунок 2) экономия будет также в ночное время, за счет того что общее число насосов уменьшится на 1. Таким образом, общая экономия электроэнергии составит 2970 кВт/сут (1084050 кВт/год).

РЕКОНСТРУКЦИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ РЕЧНОЙ ВОДЫ Г. БАРНАУЛА С ВНЕДРЕНИЕМ СИСТЕМЫ ДИСКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ «ARKAL»

Леденева Т.В. – студент, Корнева Т.П. - студент, Бахтина И.А. – к.т.н., доцент

Христенко М.С. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

Водоснабжение г. Барнаула осуществляется в основном из поверхностного источника – р. Обь. Схема очистки речной воды классическая: реагентная, двухступенчатая – горизонтальные отстойники – скорые фильтры. Очистные сооружения речной воды г. Барнаула включают две площадки «старую» и «новую». Сооружения «старой» площадки были построены в 1965, их реконструкция осуществлялась в 1988 году. Сооружения «новой» площадки были построены в 1986 году. Поэтому основные сооружения физически устарели и требуют реконструкции.

В настоящей работе была поставлена задача реконструкции скорых фильтров. Одним из основных элементов скорых фильтров является дренажная система. Дренажная система служит для предотвращения выноса фильтрующего слоя с фильтратом и распределения воздуха и воды при промывке фильтра. Поэтому чем эффективнее и надёжнее дренажная система, тем выше качество очищенной воды, дольше фильтроцикл, ниже энергозатраты на промывку и больше срок службы дренажной системы и фильтра в целом.

В результате анализа современных дренажных систем, как наиболее эффективная и надёжная, была выбрана система дисковой фильтрации «ARKAL» компании «Arkal Filtration Systems». Данная система имеет следующую конструкцию (рисунок 1).

Система состоит из тонких полипропиленовых дисков с цветной маркировкой, которые имеют канавки определенного микронного размера, прорезанные по диагонали с обеих сторон диска. Эти диски сложены в пакет и сжаты между собой специальной пружиной и перепадом гидравлического давления так, что верхняя канавка имеет противоположное направление по отношению к нижней. Таким образом, создается фильтрующий элемент со статистически значимой системой проходов и ловушек для твердых частиц. В процессе

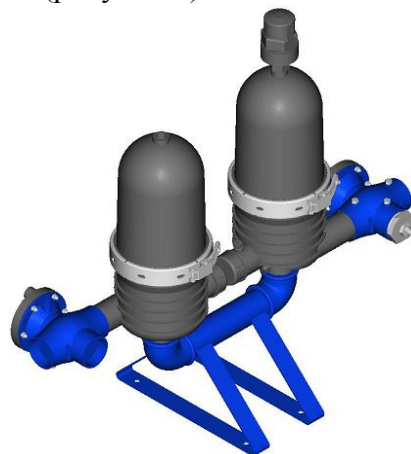


Рисунок 1 – Внешний вид системы

фильтрации (рисунок 2) вода продавливается в направлении от наружного к внутреннему диаметру элемента.

дисковой фильтрации «ARKAL».

В зависимости от микронного номинала, каждая дорожка имеет от 18 (в 400-микронных дисках) до 32-х (в 20-микронных дисках) точек остановки, благодаря чему обеспечивается уникальное качество фильтрации.

Диски Spin Klin® собираются в фильтрующий элемент Spin Klin®. Фильтрующий элемент заключен в корпус, способный противостоять коррозии и выдерживающий требуемое давление. Диски имеют цветную маркировку в соответствии с микронным размером и собраны таким образом, чтобы обеспечивалось требуемое качество фильтрации в каждом конкретном случае. Пакет дисков сжимается пружинным устройством, а внутри него находится поршень, который используется при переходе от режима фильтрации к режиму промывки. Узел спроектирован таким образом, чтобы обеспечивалось плотное сжатие для получения микронных зазоров. В процессе фильтрации пружина и перепад гидравлического давления плотно сжимают диски внутри корпуса, вынуждая очищаемую воду двигаться между канавками и оставлять в ловушках твердые примеси.

Промывка дисков осуществляется полностью автоматически (рисунок 2).

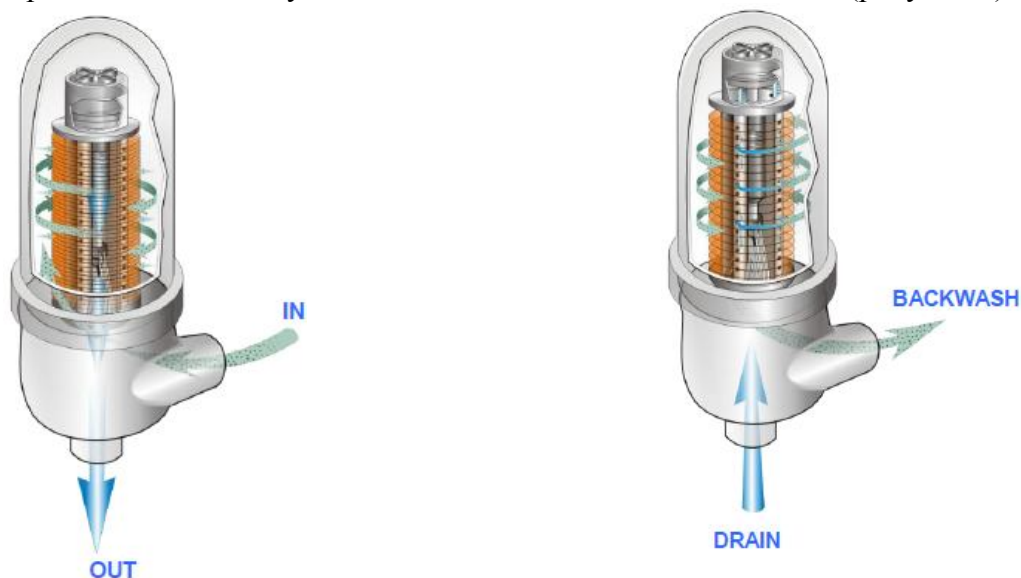


Рисунок 2 – Схема работы и автоматической промывки фильтрующего элемента «ARKAL».

При поступлении определенного внешнего сигнала (от датчика дифференциального давления либо от таймера) система Spin Klin® переходит в режим промывки. Входной патрубок закрывается, а дренажная (сливная) линия автоматически открывается. В процессе промывки действие сжимающей пружины прекращается и перепад давления уменьшается. Находящийся внутри пакета поршень поднимается вверх, что приводит к уменьшению давления на диски. Через специальные форсунки, находящиеся в центре пакета, под высоким давлением и в направлении, противоположном фильтрации подается промывная вода. Поскольку сжатие отсутствует, а форсунки расположены тангенциально, диски начинают вращаться. При этом захваченные примеси быстро и эффективно удаляются через дренажный патрубок.

Для внедрения системы дисковой фильтрации «ARKAL» была разработана совместно с ООО «БАРНАУЛЬСКИЙ ВОДОКАНАЛ» программа испытаний, в результате которых будет определена эффективность и надёжность работы системы «ARKAL» в условиях существующих очистных сооружений речной воды г. Барнаула, определена технологическая целесообразность и оптимальные технологические параметры для использования фильтрационной системы в конкретных производственных условиях.

Реконструкция дренажной системы скорых фильтров с использованием предложенного инженерного решения позволит повысить качество очищаемой воды, а также улучшить технологические и экономические показатели станции очистки речной воды ООО «БАРАНУЛЬСКИЙ ВОДОКАНАЛ».

РЕКОНСТРУКЦИЯ КОС-1 Г. БАРНАУЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ

Иванова Т.Г. – студент, Степанова М.М. - студент,
Бахтина И.А. – к.т.н., доцент, Степанова П.В. – доцент
Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

Всё большую актуальность приобретают вопросы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. В общем, они сводятся к двум основным направлениям: переработке отходов жизнедеятельности человека и экономии природных ресурсов, в частности переработке сточных вод и их осадков.

Воды, загрязненные в результате жизнедеятельности человека содержат весьма разнообразные по составу загрязнения минерального и органического происхождения в виде растворов, коллоидов, плавающих и взвешенных веществ и поступает на очистку на канализационные очистные сооружения населенного пункта. В результате очистки образуется большое количество осадков (в среднем около 1% от общего объема очищаемой воды). Они представляют собой суспензии, выделяемые из сточных вод в процессе их механической, биологической и физико-химической очистки. Основными видами осадков на городских очистных сооружениях являются сырой осадок, задерживаемый первичными отстойниками, избыточный активный ил из вторичных отстойников и биопленка с биофильтров.

Ввиду отсутствия комплексного подхода к проблеме обработки осадков они либо обезвоживаются (реже сбраживаются) и складываются на иловых площадках, загрязняя поймы рек, и способствуют отчуждению территорий сельскохозяйственного назначения (крупные населенные пункты), либо вовсе не обрабатываются (мелкие населенные пункты и отдельные потребители). Это ведет к многократному повышению рисков возникновения эпидемиологических и экологических катастроф.

При этом осадки сточных вод имеют многокомпонентный богатый органоминеральный состав, содержат биогенные элементы (азот, фосфор), микроэлементы. После комплексной обработки (сбраживания, обезвоживания и обеззараживания) могут быть эффективно утилизированы в качестве вторичного материального ресурса – использоваться как ценное органоминеральное удобрение в сельском, садовом, лесопарковом и городском хозяйствах, а также как аналог почвенного грунта для рекультивации нарушенных земель.

В эффективное органоминеральное удобрение в европейских странах перерабатывают около 30-40% образующихся осадков сточных вод, в Нидерландах - более 40%, в России – 4-6%.

Удобрение из осадков имеют высокую агрономическую эффективность, достаточное содержанием в нем азота и микроэлементов (Co, Mn, Zn, Cu и др.), а также присутствием микроорганизмов и органических веществ, способных влиять на биологическую активность почвы. При применении его в сельском хозяйстве урожайность увеличивается в 1,5-2,5 раза, а производительность пашни – на 8-10%.

Таким образом, складирование осадков сточных вод на иловых площадках, наносит не только неоправданный ущерб окружающей среде, нарушает ландшафт и баланс природных компонентов, но, вместе с тем, теряется достаточно ценный органоминеральный ресурс.

Наиболее распространенной технологической схемой обработки осадка являются следующие основные стадии: уплотнение избыточного активного ила, стабилизация, обезвоживание и обеззараживание.

Применение одного какого-либо метода, как правило, не позволяет решить общую проблему, и приходится использовать сочетание методов применительно к конкретному составу сточных вод, технологической схеме очистки, условиям эксплуатации очистных сооружений и практической возможности конечного размещения обработанных осадков

В настоящее время технологические схемы обработки осадков сточных вод имеются только в крупных городах России. Однако в данных схемах основные задачи решаются постадийно, что занимает много времени, средств (ввиду больших количеств и масштабов сооружений) и, оказывается в итоге недостаточно эффективно, и не позволяет утилизировать осадки сточных вод в качестве удобрения. На практике применяются следующие методы биологической обработки осадков городских сточных вод: анаэробная стабилизация, аэробная стабилизация, центрифугирование, обезвоживание на вакуум-фильтрах или фильтр-прессах, высушивание на иловых площадках и др.

Проанализировав данные литературных источников за последние 25 лет, было установлено, что:

- наибольший распад органического вещества осадков в наименьшие сроки при относительно невысоких затратах достигаются в процессе анаэробного сбраживания, при этом можно использовать теплотворную способность получаемого побочный продукта сбраживания осадков (биогаза);

- использование флокулянта значительно повышает степень обезвоживания осадка;

- использование нетоксичного растительного овицидного препарата «ПУРОЛАТ-БИНГСТИ» даст высокий эффект дегельминтизации, не ухудшив органоминеральный состав обрабатываемого осадка.

Существующие же установки и технологии обработки осадков сточных вод на централизованных очистных сооружениях не позволяют совместить различные стадии обработки (обезвоживание, сбраживание и обеззараживание) осадков в одной установке из-за много стадийности и сложности схем обработки, их аппаратного оформления, что приводит к увеличению габаритных размеров, капитальных и эксплуатационных затрат.

На кафедре «Теплотехника, гидравлика и водоснабжение, водоотведение» впервые была разработана установка комплексной обработки осадков, позволяющая совместить основные стадии обработки осадков и получить эффективное и экологически безопасное удобрение или аналог почвенного грунта. Были проведены лабораторные испытания данной установки на реальных осадках сточных вод КОС-1 г. Барнаула.

На основании полученных экспериментальных данных, математических зависимостей и сделанных выводов, нами предложена следующая технология комплексной обработки осадков, представленная на рисунке 1.

Сырой осадок характеризуется хорошей влагоотдачей, но плохим сбраживанием, а активный ил прекрасно стабилизируется анаэробных режимах, но значительно хуже обезвоживается. Поэтому целесообразно обрабатывать смесь осадков.

Для обеззараживания и обезвоживания используют овицидный препарат «ПУРОЛАТ-БИНГСТИ» и флокулянт «Zetag» соответственно в требуемых дозах (в расчете на массу сухого вещества смеси).

Так как «ПУРОЛАТ-БИНГСТИ» является термически нестойким, то на первом этапе обработки предусматриваем контактный резервуар, где обеспечивается время экспозиции при постоянном перемешивании в естественных температурных условиях (6-8 часов) препарата и смеси осадков. Далее осадок подается в камеру предварительного сбраживания (КПС), где подвергается анаэробному сбраживанию в мезофильном режиме. В КПС происходит кислая стадия брожения (фементативный гидролиз органики и кислотогенные процессы). В камере предусмотрено перемешивание по средствам мешалки, и подогрев до температуры 32-35⁰С. Осадок в КПС находится 5-7 суток, после чего перегружается в установку комплексной обработки (УКО). Перед помещением осадка в УКО его предварительно обрабатывают флокулянтами. В УКО осуществляется постоянное перемешивание и поддержание температуры 32-35⁰С.

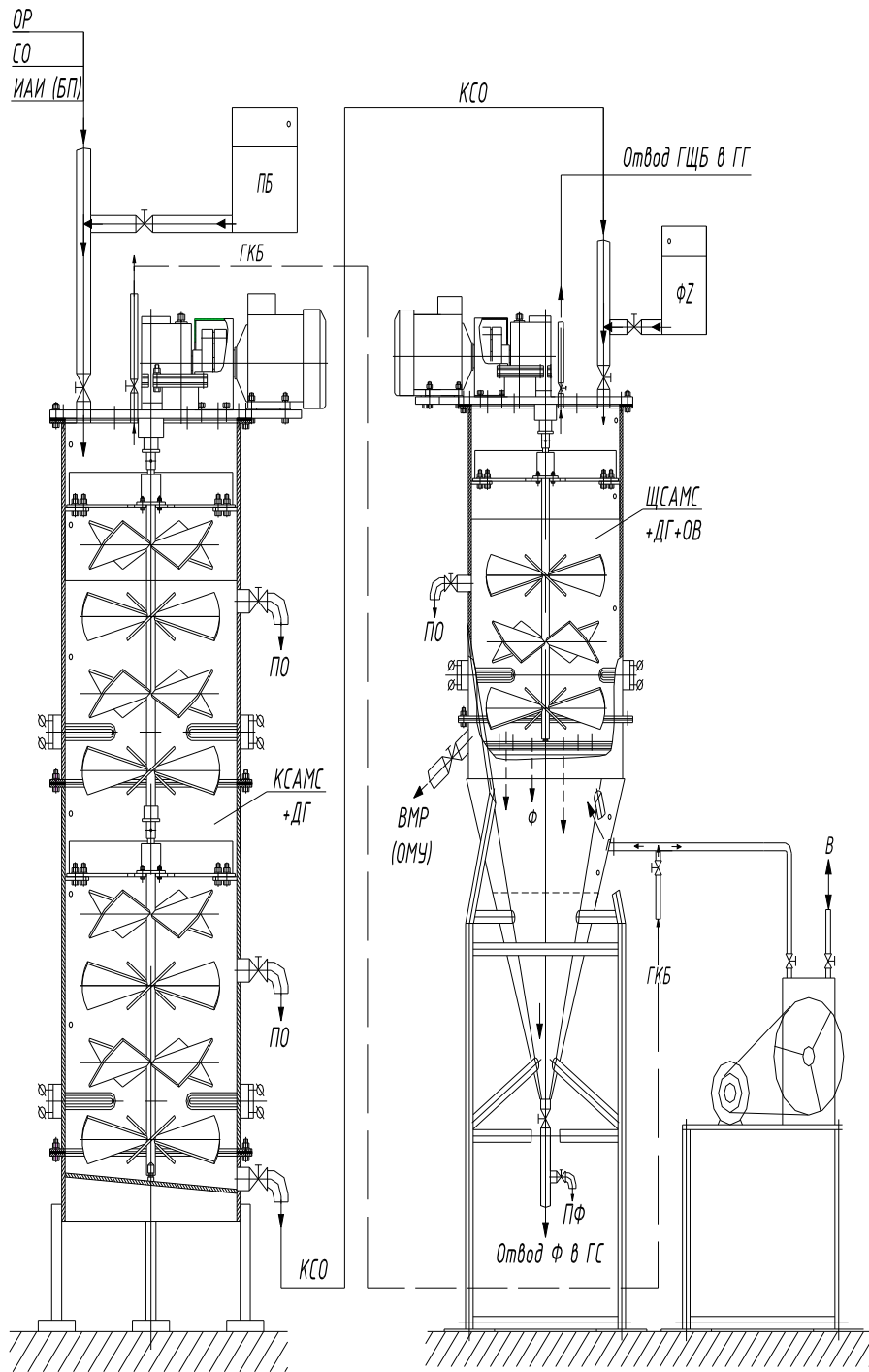


Рисунок 1 – Технология комплексной обработки осадков

ОР - отбросы с решёток; СО - сырой осадок; ИАИ (УАИ) - избыточный (уплотненный) активный ил; ПБ - препарат "ПУРОЛАТ-БИНГСТИ"; КСАМС - кислая стадия анаэробного мезофильного сбраживания; ПО - проба осадков; КСО - кисло-сброженный осадок; ДГ - дегельминтизация; ГКБ - газы кислого брожения; ФZ - флокулянт "Zetag"; ЩСАМС - щелочная стадия анаэробного мезофильного сбраживания; ОВ - обезвоживание; Ф - фильтрат; ГС - голова очистных сооружений; ПФ - проба фильтрата; В - воздух; ГЩБ - газы щелочного брожения (преимущественно метан); ГГ - газгольдер; ВМР - вторичный материальный ресурс; ОМУ - органоминеральное удобрение

Здесь проходит щелочная стадия брожения (ацетогенные и метаногенные процессы), в результате которой смесь обезвоживается до влажности 78-80%. Обезвоживание осуществляется через фильтрующий элемент.

Для интенсификации процессов влагоотдачи в конструкции УКО предусмотрен вакуум-компрессор, создающий разрежение после фильтра.

На выходе из УКО получаем вторичный материальный ресурс, который может быть использован в сельском хозяйстве.

Для сбора и отвода газов из КПС и УКО предусмотрена организация газового хозяйства (газгольдеров). Весь получаемый газ можно использовать для получения электроэнергии и тепла на собственные нужды КПС и УКО.

Проведённые лабораторные испытания данной технологии комплексной обработки осадков сточных вод позволили её рекомендовать для внедрения на КОС-1 ООО «БАРНАУЛЬСКИЙ ВОДОКАНАЛ». Для этого предложено существующие неработающие метантенки реконструировать в камеры предварительного сбраживания, а установки комплексной обработки установить в существующем цехе механического обезвоживания. В настоящее время выполняются необходимые технологические инженерные расчёты предложенной реконструкции.

ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА С ОСЕВОЙ ГИДРОТУРБИНОЙ НОВОЙ ОРИГИНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Романенко Р.В. – аспирант, Никоноров Б.М. – аспирант, Ламонов Э.А. -студент,
Иванова Т.А. –к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

Энергосистема Алтайского края относится к разряду остродефицитных. Более 50% электроэнергии Алтайский край получает извне. В условиях рынка это уменьшает конкурентоспособность производимой в крае сельскохозяйственной и промышленной продукции. Кроме этого слабая энерговооружённость отдельных сельскохозяйственных районов в виду дороговизны строительства линий электропередач, а зачастую просто невозможности их прокладки, делает хозяйственную деятельность в них нерентабельной. В решении данной проблемы существенную роль может оказать использование дешёвого, простого в изготовлении и эксплуатации, экономичного и экологичного автономного источника электроэнергии, каковым может являться ГЭУ.

В настоящий момент имеются отдельные отечественные и зарубежные разработки ГЭУ мощностью от 4 до 50 кВт, недостатками которых являются их дороговизна и отсутствие широкого набора типоразмеров на различные мощности при различных располагаемых расходах и напорах водотоков.

Дальнейшее освоение энергетических ресурсов отдалённых и труднодоступных районов требует дополнительного изучения, в том числе на основе физического моделирования.

В ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ) на кафедре «Теплотехника, гидравлика и водоснабжение, водоотведение», в лаборатории комплексных исследований малых гидроузлов и МикроГЭС разработана ГЭУ с осевой гидротурбиной новой оригинальной конструкции (рисунки 1 и 2), на которую получен патент РФ на изобретение № 2371602 [1].

Осевая гидротурбина содержит направляющий аппарат (сечение А-А), рабочее колесо, размещенное в камере 2 и установленном на валу 5, водоподводящую 6 и водоотводящую 7 части. Направляющий аппарат выполнен из соосно расположенных внешнего 8 и внутреннего 9 корпусов. Лопатки 1 направляющего аппарата выполнены изогнутой формы и развернуты по направлению вращения рабочего колеса (сечение Б-Б), равномерно закреплены одними концами на внутреннем корпусе, а другими – соединены с внешним корпусом с помощью резьбового соединения 10 с возможностью поворота.

валом 16 электрогенератора 17, в качестве которого может быть использован трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором общепромышленного использования. Электрогенератор подключен к блоку автоматического управления электрической нагрузкой (БАУЭН), что позволяет поддерживать электрические характеристики вырабатываемого напряжения в стандартных пределах. Поворачивать лопатки направляющего аппарата и лопасти рабочего колеса более чем на -20° нецелесообразно, так как это приводит к закрытию прохода для воды, и более чем на $+20^\circ$, так как при этом возрастает расход воды, приводящий к резкому увеличению гидравлического сопротивления настолько, что возникает необходимость определения новых расчетных положений углов установки лопаток направляющего аппарата и лопастей рабочего колеса для сохранения высокого к.п.д. Угол установки лопатки направляющего аппарата и угол установки лопасти рабочего колеса образованы осями, соответственно, лопатки и лопасти и горизонтальной осью вала. Расчетные положения углов установки лопаток направляющего аппарата и лопастей рабочего колеса соответствуют оптимальному к.п.д. при определенных напорах и расходах воды.

На рисунке 3 представлен внешний вид осевой гидротурбины с электрогенератором для ГЭУ с параметрами: мощность – 1...10 кВт; расход воды – 10...100 л/с; напор – 1...10 м.

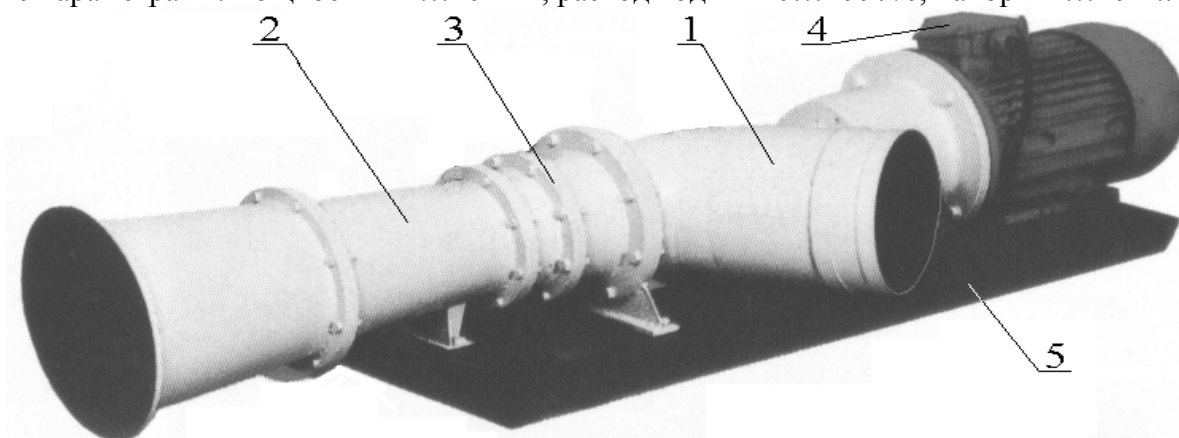


Рисунок 3 – Внешний вид осевой гидротурбины с электрогенератором
1 – подводящая часть; 2 – отводящая часть; 3 – осевая гидротурбина; 4 – электрогенератор; 5 – рама опорная

Осевая гидротурбина работает следующим образом.

Поток воды, проходя через водоподводящую 6 часть, поступает на лопатки 1 направляющего аппарата, а далее – на лопасти 3 рабочего колеса. После чего вода направляется в водоотводящую часть 7. При значительном изменении напора и расхода для обеспечения высокого к.п.д. осевой гидротурбины осуществляется регулирование расхода воды одновременной перенастройкой вручную положения лопаток направляющего аппарата и лопастей рабочего колеса. При этом энергия воды преобразуется в механическую энергию вала, соединенного с валом электрогенератора, превращающего механическую энергию в электрическую.

Таким образом, использование предлагаемого изобретения приводит к упрощению конструкции, расширению эксплуатационных возможностей осевой гидротурбины, снижению трудоемкости изготовления при сохранении высокого к.п.д. осевой гидротурбины, способствует повышению надежности и удобства эксплуатации, не требуя присутствия высококвалифицированного персонала, и позволяет применять осевую гидротурбину для преобразования энергии малых потоков воды с небольшими расходами и напорами в электрическую энергию.

Литература

1. Патент РФ на изобретение № 2371602, МПК F 03B 3/00, F 03B 13/00. Осевая гидротурбина / В.М. Иванов, Т.Ю. Иванова, А.А. Блинов.- № 2008100434/06; Заявл. 09.01.2008; Оpubл. в Б.И., 27.10.2009, №30.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ СТЕНД ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОТОЧНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИН МИКРО-ГЭС

Завьялов Д.А.- аспирант, Ярыгин Н.А.- студент, Романов А.А. – студент,

Иванов В.М. – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

Испытания моделей проточных частей и рабочих колес гидротурбин проводятся на стенде в лаборатории комплексных исследований малых гидроузлов и МикроГЭС АлтГТУ (рисунок 1).

На стенде, предназначенном для работы с напором до 13 м и расходом до 300 л/с, можно выполнять исследования как моделей гидротурбин в целом, так и отдельных элементов их проточных частей.

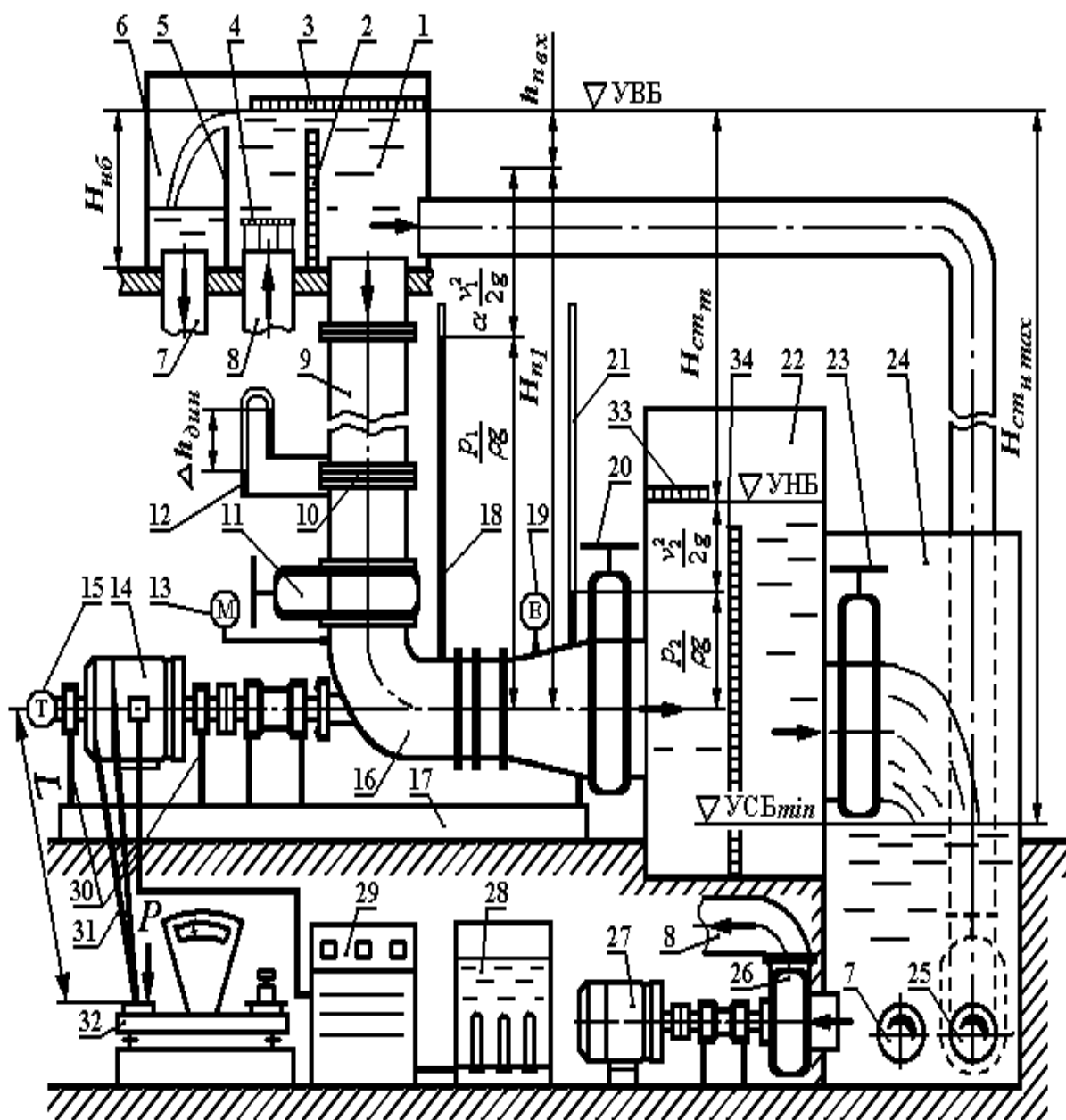


Рисунок 1 – Гидравлический стенд для комплексного моделирования проточных частей гидротурбин для МикроГЭС:

1 – напорный бак; 2 – трубчатый успокоитель; 3 – плавающая решётка; 4 – растекатель; 5 – сливное ребро; 6 – боковой карман напорного бака; 7 – сливной трубопровод; 8 – насосный водовод; 9 – напорный водовод; 10 – расходомерная диафрагма; 11 – напорная задвижка; 12 – дифференциальный манометр; 13 – манометр; 14 – балластный электрогенератор (асинхронный двигатель); 15 – тахометр; 16 – гидротурбина; 17 – опорная рама гидротурбины; 18 – входной пьезометр; 19 – вакуумметр; 20 – отводящая задвижка; 21 – выходной пьезометр; 22 – приёмный бак; 23 – сливная задвижка; 24 – сбросной бак; 25 – регулируемый сбросной трубопровод со сбросной задвижкой; 26 – питательный насос; 27 – электродвигатель питательного насоса; 28 – блок балластной нагрузки (электромотор); 29 – блок автоматического управления электрической нагрузкой (БАУЭН); 30 – подшипниковые опоры балластного электрогенератора; 31 – рычаг; 32 – весы; 33 – плавающая решётка; 34 – трубчатый успокоитель

Стенд включает в себя следующие основные элементы: четыре горизонтальных центробежных питательных насоса 26 модели К 160/30 с приводами от электродвигателей 27 переменного тока 380 В, мощностью по 22 кВт и частотой вращения 1500 об/мин, напорный бак 1 размером 4,0x1,3x1,3 м, турбинный блок для МикроГЭС 16, приёмный бак 22 размером 6,0x2,6x2,0 м, сбросной бак 24 размером 6,0x2,0x1,3 м и контрольно-измерительную аппаратуру. Напорный бак на высоте 13 м над уровнем пола опирается на раму, подвешенную на четырёх несущих железобетонных колоннах. Приёмный и сбросной баки установлены на бетонном фундаменте.

Поддача воды в напорный бак 1 производится по насосному водоводу 8 из сбросного бака 24 питательными насосами 26. К напорному баку присоединён напорный водовод 9 с расходомерной диафрагмой 10 и дифференциальным манометром 12. К напорному водоводу после напорной задвижки 11 присоединена своей водоподводящей частью гидротурбина 16. К водоотводящей части (отсасывающей трубе) гидротурбины присоединена отводящая задвижка 20. Вода, пройдя рабочие органы гидротурбины, через отсасывающую трубу и отводящую задвижку 20 поступает в приёмный бак 22 нижнего бьефа, а из него через сливную задвижку 23 в сбросной бак 24. При необходимости стабилизации уровня свободной поверхности за гидротурбиной в приёмном баке 22 можно устанавливать трубчатый успокоитель 34 и плавающую решётку 33. Центробежные насосы работают при постоянной частоте вращения и примерно при постоянном напоре, поэтому количество подаваемой ими воды считается постоянным.

Модельная гидротурбина испытывается на разных режимах, определяемых частотой вращения её вала, величиной открытия лопаток направляющего аппарата и углом установки лопастей рабочего колеса. Так как количество воды, протекающей через гидротурбину, зависит от режима, то возникает несоответствие между количеством воды, подаваемым насосами, и расходом ее через гидротурбину, поэтому уровень воды в напорном баке 1 существенно меняется.

Для обеспечения устойчивого положения уровня воды в напорном баке 1 по всей длине горизонтально установлено сливное ребро 5, через которое вода переливается в боковой карман 6 и затем по сливному трубопроводу 7 отводится в сбросной бак 24, а для выравнивания поля скоростей установлены плавающая решётка 3, трубчатый успокоитель 2 и растекатель 4. Для более точной установки уровня верхнего бьефа в напорном баке 1, часть расхода сбрасывается в сбросной бак 24 через регулируемый сбросной трубопровод со сбросной задвижкой 25. Регулирование величины сбрасываемого расхода и тем самым регулирование высоты слоя воды, переливающейся через ребро 5, производится сбросной задвижкой на сбросном трубопроводе. Сливной задвижкой 23 можно регулировать уровень воды за гидротурбиной (уровень нижнего бьефа) в приёмном баке 22. Таким образом, манипулируя сливной задвижкой 23 и сбросной задвижкой на сбросном трубопроводе 25 можно обеспечить постоянный рабочий напор при всех экспериментальных режимах. Однако на практике нет необходимости выдерживать рабочий напор постоянным, и эксперименты ведут с грубым его регулированием через указанные сливные устройства,

допуская тем самым незначительные (на 1 %) его изменения, учитываемые при замерах и расчетах. Для определения и контроля нагрузки на вал гидротурбины имеется специальное нагрузочное устройство, состоящее из балластного электрогенератора 14, блока балластной нагрузки 28, БАУЭН 29, рычага 31 и весов 32.

В качестве электрогенератора может использоваться трехфазный асинхронный двигатель, в качестве блока балластной нагрузки используется электродвигатель с ТЭНами. Балластный электрогенератор подключен электрическим кабелем к БАУЭН, который соединен с блоком балластной нагрузки. Во время работы в обмотках балластного электрогенератора возникают электромагнитные поля, создающие тормозящий момент на валу электрогенератора. Рычаг одним концом соединен с корпусом балластного электрогенератора, другим опирается на измерительную платформу весов с величиной нагрузки.

Параметры гидравлического стенда позволяют испытывать опытные образцы МикроГЭС мощностью до 30 кВт, а большей мощностью их модели.

Объекты малой гидроэнергетики могут сооружаться практически на любых водных объектах: на малых реках и ручьях, водосбросных сооружениях, канализационных коллекторах и др.

Контрольно-измерительная аппаратура представлена на рисунке 1, а методы замера экспериментальных величин описаны в литературе [1-3].

Расход воды Q , протекающей через гидротурбину, замеряется с помощью расходомерной диафрагмы 10 и дифференциального манометра 12. Зная величину динамического напора $h_{дин}$, можно найти расход Q по формуле:

$$Q = \sqrt{2g \cdot h_{дин}},$$

где g – ускорение свободного падения.

В нашем случае статический напор турбины равен разнице высот уровней в верхнем и в нижнем бьефах:

$$H_{стм} = \nabla_{УВБ} - \nabla_{УНБ}, \text{ м вод. ст.}$$

При определении напора $H_{стм}$ для турбин, к которым вода подводится по трубопроводу, необходимо учитывать величину скоростного напора в сечении, где замеряется давление.

Частота вращения вала модельной турбины замеряется либо тахометром 15, либо механическим или электрическим счетчиком оборотов.

Величина нагрузки P определяется как сумма показания на шкале весов 32 и веса гири на противоположной платформе.

Крутящий момент M на валу гидротурбины составляет

$$M = P \cdot L,$$

где P – полезная нагрузка на весы, H ;

L – длина плеча тормоза, т. е. расстояние от оси вращения вала гидротурбины до линии действия силы P , $м$.

Лабораторные испытания моделей гидротурбин производятся при различных открытиях лопаток направляющего аппарата, которые измеряются или расстоянием в свету между двумя соседними лопатками направляющего аппарата, или выражается в долях от максимального открытия, принимаемого за единицу.

При каждом открытии регулирующего органа исследуют несколько режимов, соответствующих разным нагрузкам на валу турбины. При заданном открытии регулирующего органа и заданной нагрузке с помощью приборов определяют расход воды Q , протекающей через турбину, частоту вращения вала турбины n (об/мин) и рабочий напор $H_{стм}$, а затем вычисляют приведенные числа оборотов

$$n_1' = \frac{nD_1}{\sqrt{H_{стм}}}; \text{ приведенный расход } Q_1' = \frac{Q}{D_1^2 \sqrt{H_{стм}}};$$

коэффициент полезного действия

$$\eta = \frac{N}{N_n} = \frac{M\omega}{\rho g Q H_{cm}} = \frac{PL\pi n}{30\rho g Q H_{cm}}$$

где D_l – диаметр рабочего колеса гидротурбины по выходным кромкам;

ω – угловая частота вращения вала турбины;

ρ – плотность воды;

$N = M\omega$ – мощность на валу турбины;

$N_n = \rho g Q H$ – мощность потока.

Замеряемые во время испытаний данные и результаты подсчетов сводятся в протокол, составляемый для каждого открытия регулирующего органа.

Литература

1. Смирнов И.Н., Гидравлические турбины и насосы. [Текст]: учеб. пособие для энерг. и политехнич. вузов. – М.: Высшая школа, 1969. – 400 с.
2. Ковалев Н.Н. Гидротурбины: конструкции и вопросы проектирования [Текст] – Л.: Машиностроение, 1971. – 584 с.
3. Кривченко Г.И. Гидравлические машины: Турбины и насосы [Текст]: учебник для вузов.- 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 320 с.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ОСЕВЫХ ГИДРОТУРБИН ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Романенко Р.В. - аспирант, Гольцов Л.В. - аспирант, Желтоножников Д.И. - студент,
Юренков В.Н.- к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

В настоящий момент нашей промышленностью не выпускаются ГЭУ с высоким коэффициентом полезного действия (КПД) и отсутствуют методики их расчёта и проектирования, хотя они являются особым классом малого гидроэнергетического оборудования. Авторами произведён детальный анализ использования струйной модели течения жидкости в решётке (направляющего аппарата) осевой гидротурбины для гидроэнергетических установок малой мощности.

Проведённый анализ показывает, что выше указанная теория даёт удовлетворительный результат только в случае «густой» решётки, когда лопаток в направляющем аппарате или лопастей в рабочем колесе больше 4.

Впервые для расчёта осевой гидротурбины ГЭУ, когда мало лопаток в направляющем аппарате или лопастей в рабочем колесе «редкая» решётка (когда количество лопаток или лопастей находится в диапазоне 2÷4 и исчезает понятие «проточный канал») создана математическая модель с использованием теории обтекания одиночной лопатки или лопасти (слабо изогнутой пластины).

Также впервые для осевой гидротурбины ГЭУ использована и решено уравнение равновесия для винтовой линии движения потока жидкости в проточной части осевой гидротурбины.

Авторами впервые получен критерий подобия который позволяет определить оптимальное отношение двух характерных скоростей абсолютной и переносной в малой гидротурбине с максимально возможным гидравлическом КПД, так, например, при угле схода потока с направляющего аппарата, равным 45°÷55° оптимальное соотношение скоростей равно ~1,41, КПД – максимальный, а при изменении значения этого угла и соотношения скоростей величина КПД резко падает.

Гидроэнергетические установки (ГЭУ) малой мощности применяют для отъёма энергии от малых водотоков в районах децентрализованного электроснабжения, а также для утилизации неиспользованных перепадов в различных промышленных комплексах. Использование ГЭУ даёт возможность при минимальной нагрузке на окружающую среду

использовать с максимальной выгодой гидроресурсы того или иного региона. В Алтайском крае такую возможность дают реки Ануй, Песчаная, Чарыш и другие. В Барнауле возможно применение ГЭУ при сбросе воды в р. Обь со станции очистки сточных вод КОС-1 и КОС-2. Подобный вариант применения ГЭУ малой мощности на базе колеса крупного центробежного насоса прорабатывался на кафедре ТГиВВ АлтГТУ и на основе этих проработок была изготовлена в металле гидротурбина с колесом от насоса типа Д с диаметром $D_2=855$ мм.

Применение ГЭУ на малых реках требует наличия малых гидротурбин с различными значениями расчётного напора H_p при единичной мощности агрегата $N_p=4\div 10$ кВт. Наилучшим вариантом конструкции гидротурбины, пригодным для работы при указанных параметрах и работающим с высоким КПД являются агрегаты, при создании которых в качестве прототипа используются осевые поворотно-лопастные турбины капсульного типа, но они являются достаточно крупными по размерам, дороги и сложны в эксплуатации. Одна из самых малых турбин такого типа ПЛ10 с вертикальным валом имеет приведенное число оборотов $n' = 165$ об/мин и приведенный расход $Q' = 2250$ л/с при минимально возможном диаметре колеса турбины $D_1=2800$ мм, что явно не отвечает перечисленным выше возможностям.

К сожалению, для поворотно-лопастных турбин, срабатывающих меньший напор, например ПЛГ7, и по своим геометрическим характеристикам ближе приближающимся к осевым турбинам небольшой мощности ГЭУ с горизонтальным валом отсутствует информация по характеристикам в приведенных координатах. Приведенная частота вращения и приведенный расход этой турбины с точки зрения работы в зоне наибольшего КПД будут соответственно равны [1]:

$$n_1' \approx 170 \div 200 \text{ об/мин};$$

$$Q_1' \approx 1700 \div 2000 \text{ л/с}.$$

С целью восполнения недостающих сведений, авторами произведены ориентировочные расчёты проточной части осевой гидравлической турбины мощностью $4\div 5$ кВт для напоров до 10 м, где в качестве базового напора был принят напор $H=5$ м. На основе этих расчётов была разработана и изготовлена гидроэнергетическая установка (ГЭУ) с осевой гидротурбиной и блоком автоматического управления (БАУЭН). Для сравнительного анализа проведены исследования работы направляющих аппаратов (НА) с различным количеством лопаток и рабочих колёс (РК) с различным количеством лопастей.

При расчёте геометрических размеров проточной части гидравлической турбины осевого типа малых размеров на первом этапе использовалась струйная модель потока с привлечением опытных данных по потерям, полученных на подобных турбинах больших размеров. Результаты исследований по определению потерь в микротурбинах в литературных источниках отсутствуют. Для ориентировочных оценок эффективности работы НА малой осевой турбины была разработана методика определения углов входа и выхода потока при обтекании лопасти находящейся в «густой» решётке и при различных напорах воды, поступающей в турбину (реферат в РЖ «Турбостроение» 2.49.123 за 1997 год.) Расчёт проточной части турбины микроГЭС / Симоненко Н.Ю., Юренков В.Н., Пурдик Э.Л.). Расчёт заключался в определении углов входа и выхода потока с лопаток НА и углов входа и выхода потока с лопастей РК в трёх сечениях: в периферийном, среднем и у втулки.

Сравнительный анализ расчётных величин и экспериментальных данных показал удовлетворительное совпадение в пределах точности экспериментов.

Литература

- 1.Справочник по гидротурбинам. В.Б. Андреев и др.: под общ. ред. Н.Н. Ковалев. – Л.: Машиностроение, 1984. – 496 с.

ДВУХСТУПЕНЧАТАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ СУШКИ И ОЧИСТКИ СЖАТОГО ВОЗДУХА

Мещерякова В.А. – аспирант, Сыркина Е.А. – студент, Иванов В.М.-
д.т.н., профессор, Лысенко А.С. - доцент
Алтайский государственный технический университет (Барнаул)

Компонентами загрязнения сжатого воздуха являются вода и компрессорное масло в жидком и парообразном состоянии, твердые частицы атмосферной пыли, нагара, окалины, продуктов коррозии, а также газообразные загрязнения. Наибольшую часть загрязнений обычно составляют вода и компрессорное масло. Загрязнения сжатого воздуха снижают надежность и долговечность пневматических систем в 2-7 раз [1], приводят к нарушению технологических процессов, в ряде случаев к ухудшению здоровья рабочих. Выход устройств из строя по этой же причине составляет до 80% общего числа отказов [1].

Определяющим фактором при выборе рационального места, конструкции и числа очистных устройств является состояние влаги при движении воздуха в трубопроводах. Даже в том случае, когда на компрессорной станции применена схема осушки с охладителем, по мере удаления от компрессорной станции в трубопроводах происходит дальнейшая конденсация паров воды и масла, концентрация окалины и ржавчины возрастает. На многих предприятиях задача осложняется тем, что на компрессорной станции отсутствует централизованная система осушки, а при высокой температуре сжатого воздуха на выходе из компрессора конденсация паров воды и масла может наступить непосредственно перед потребителем. Для эффективного удаления загрязнений рекомендуют применять последовательно несколько различных типов очистных устройств [1], что экономически не всегда оправдано, к тому же во многих случаях запас давления сжатого воздуха очень мал и требуется система очистки с очень низким гидравлическим сопротивлением.

Исходя из этих соображений, авторами разработана компактная двухступенчатая установка с высокой эффективностью осушки и очистки сжатого воздуха в широком диапазоне его температур, имеющая низкое гидравлическое сопротивление, слабую чувствительность к колебаниям расхода сжатого воздуха при работе потребителей, невысокие первоначальную и эксплуатационную стоимости. Установка может быть размещена в воздухопроводах групповых и индивидуальных потребителей сжатого воздуха.

Установка состоит из последовательно включенных по ходу сжатого воздуха компактного теплообменного аппарата и центробежного прямоточного сепаратора (а.с. 1620150). Теплообменный аппарат предназначен для охлаждения сжатого воздуха с целью более глубокой конденсации паров воды и масла, особенно при высоких температурах сжатого воздуха. Сепаратор предназначен для улавливания и удаления воды и масла, а также твердых загрязнителей. Сепарационная камера центробежного прямоточного сепаратора (рис. 1) образована двумя коаксиальными полуцилиндрами 1, 2, нижний из которых меньше по диаметру и является частью трубопровода сжатого воздуха. Поступающий в сепарационную камеру сжатый воздух предварительно закручивается с помощью тангенциального завихрителя. Под действием центробежных сил капли воды, масла, а также частицы твердых загрязнителей отбрасываются к стенкам полуцилиндров и через одну из щелей между ними выводятся из сепарационной камеры в объем корпуса 3. Часть воздуха, поступившего в объем корпуса через эту же щель возвращается через противоположно расположенную щель в сепарационную камеру, другая же его часть совершает циркуляционное движение в пространстве, ограниченном стенками корпуса 3 и наружными стенками коаксиальных полуцилиндров.

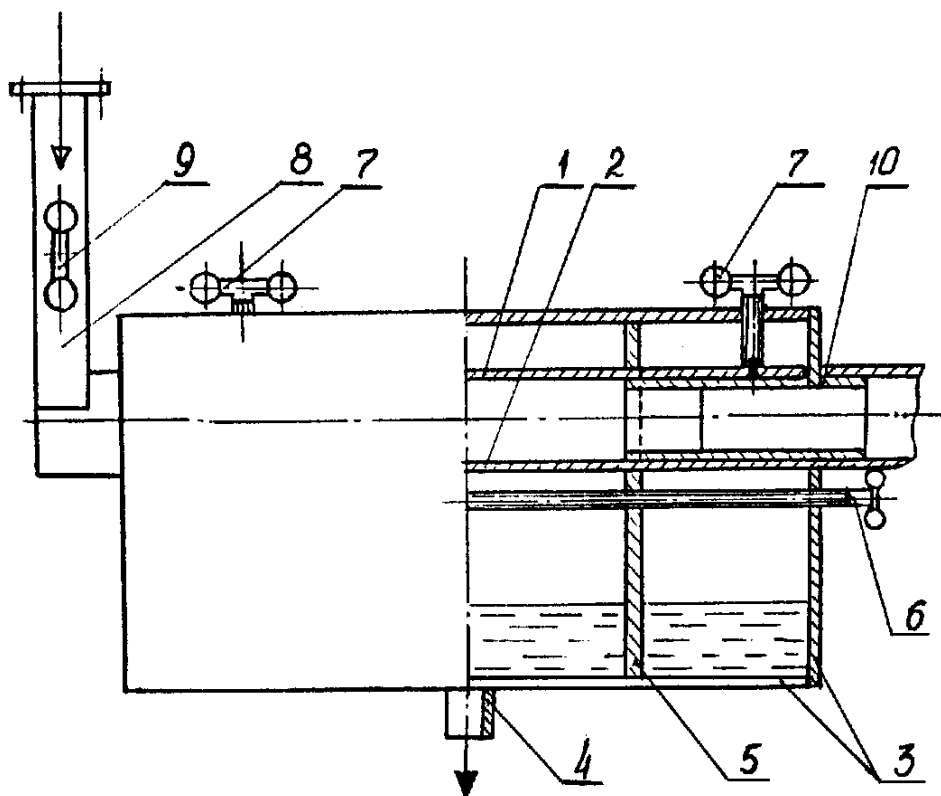


Рисунок 1 - Сепаратор

1,2 - коаксиальные полуцилиндры; 3 - корпус; 4 - сливной патрубкок; 5,6 - подвижная перегородка с винтом; 7 - винт регулировочный; 8 - завихритель; 9 - регулятор скорости; 10 - выходной патрубкок

Эта часть газа образует своеобразный контур, который выполняет роль фильтра, препятствующего возврату взвеси в сепарационную камеру. Вода, масло и частицы твердых загрязнителей, накопившиеся в нижней части корпуса удаляются через сливной патрубкок 4.

С целью повышения эффективности работы аппарата и его гибкости к эксплуатационным условиям конструкция содержит специальные устройства 7, позволяющие регулировать ширину щелей сепарационной камеры, активный объем самого аппарата 5, 6, саморегулятор скорости потока 9 для компенсации колебаний расхода сжатого воздуха при работе потребителей.

Литература

1. Пневматические устройства и системы в машиностроении: Справочник /Е. В. Герц, А. И. Кудрявцев, О. В. Ложкин и др. Под. общ. ред. Е. В./ - М.: Машиностроение, 1981.- 408с. ил.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЦЕНТРОБЕЖНОГО СЕПАРАТОРА.

Мещерякова В.А. – аспирант

Алтайский государственный технический университет (Барнаул).

Для определения эффективности работы сепаратора были проведены лабораторные исследования по улавливанию воды, как составляющей наибольшую часть загрязнений сжатого воздуха. С этой целью на экспериментальном стенде атмосферный воздух высоконапорным вентилятором подавался в сепаратор через тангенциальный завихритель, в торце которого была установлена пневматическая форсунка для распыливания воды в поток воздуха. Качество распыливания определялось измерением с помощью микроскопа отпечатков капель, уловленных на пластинах, покрытых тонким слоем вазелина. Медианный диаметр капель в опытах составил 30 мкм. Регулирование и измерение расхода воздуха и

воды, подаваемых в сепаратор, а также объем воды, уловленной в нем, осуществлялись традиционными способами. Эффективность улавливания капель оценивалась коэффициентом уноса из сепаратора, определяемого по формуле:

$$\varepsilon = 1 - \eta = \frac{V_{\text{вх}} - V_{\text{ул}}}{V_{\text{вх}}} \cdot 100\%$$

, где η - степень улавливания капель;

$V_{\text{вх}}, V_{\text{ул}}$ - объем воды, соответственно поступившей и уловленной в сепараторе.

В опытах исследовался сепаратор с диаметром сепарационной камеры $d = 70$ мм и переменной ее длиной, характеризуемой отношением $L / d = 1 \div 7$. Относительная длина сепаратора изменялась перемещением его торцевой стенки с помощью специального устройства. На рис. 1 представлена зависимость коэффициента уноса ε от осевой скорости V_{α} потока воздуха в сепарационной камере при удельном расходе воды $m = 0,15$ л / м³.

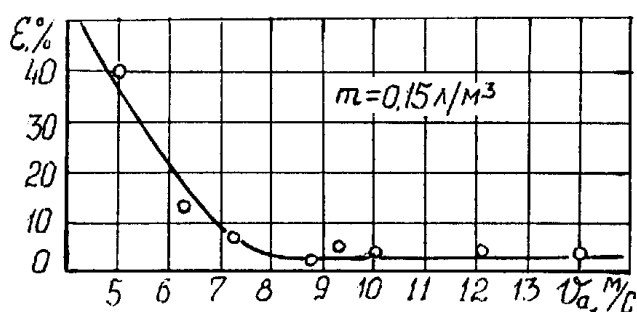


Рисунок 1 - Зависимость коэффициента уноса от осевой скорости газа

Видно, что при увеличении осевой скорости до 10 м/с коэффициент уноса снижается до минимума 2÷3 %. При дальнейшем увеличении скорости величина ε остается практически неизменной вплоть до максимального значения V_{α} в опытах 15÷16 м/с. С точки зрения минимального гидравлического сопротивления сепаратора в качестве оптимальной можно рекомендовать величину $V_{\alpha} = 10 \div 12$ м/с. Степень улавливания капель в оптимальной диапазоне составила $\eta = 97 \div 98\%$. Тангенциальный завихритель при этом обеспечивал степень крутки потока на входе в сепарационную камеру на уровне $n = 4$. Зависимость коэффициента уноса от расхода воды, подаваемой в сепаратор, полученная при оптимальном значении осевой скорости $V_{\alpha} = 10$ м/с, представлена на рис. 2. Из графика видно что сепаратор работает эффективно при расходе воды $Q_{\text{в}} = (3 \div 7,5) \times 10^{-6}$ м³/с и значение ε не превышает 1,5%. На начальном участке кривой уменьшение коэффициента уноса может быть следствием солидарного движения частиц воды. Увеличение расхода воды, подаваемой в сепаратор, более $7,5 \times 10^{-6}$ м³/с превышает транспортирующую способность воздушного потока и приводит к возрастанию.

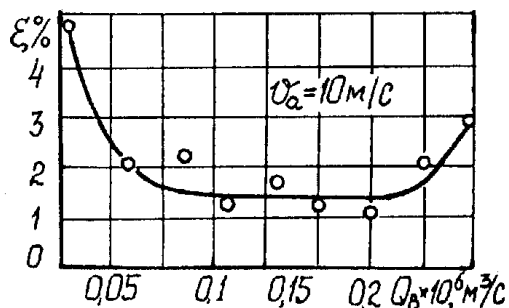


Рисунок 2. Зависимость коэффициента уноса от удельного расхода воды

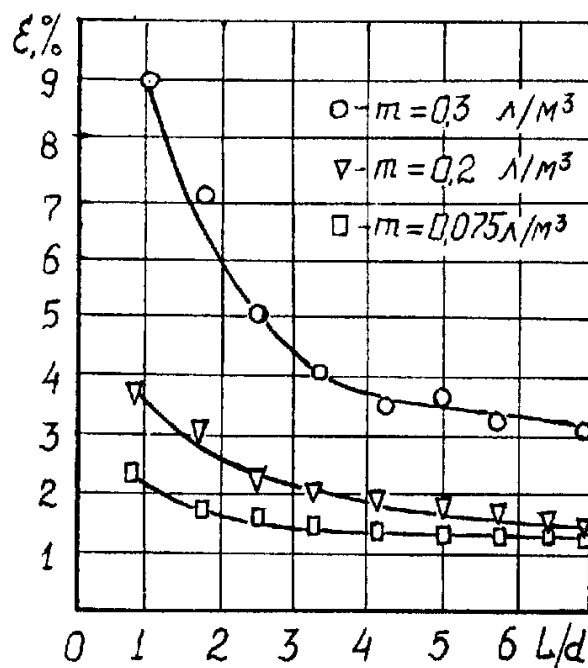


Рисунок 3 - Зависимость коэффициента уноса от относительной длины сепаратора

Из зависимости коэффициента уноса от относительной длины сепарационной камеры при различных удельных расходах (рис.3) видно, что при длине сепарационной камеры, равной четырем калибрам ($L/d=4$), сепаратор обеспечивает стабильное и эффективное улавливание капель, величина ε при этом находится в пределах $1,5 \div 2\%$, а степень улавливания η соответственно $98,5 \div 98\%$. Дальнейшее увеличение длины сепарационной камеры не приводит к существенному улучшению работы сепаратора. Поэтому при проектировании для промышленных условий в качестве оптимального соотношения можно рекомендовать $L/d=4$. Сопротивление сепаратора с тангенциальным завихрителем при осевой скорости $V_\alpha = 10 \text{ м/с}$ составило $2,55 \text{ КПа}$.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

Ельченинова Е.А.- аспирант, Васильев А.Ю.- студент, Ильиных С.В. – студент,
Николаев А.М. - к.т.н. доцент

Алтайский государственный технический университет (Барнаул)

Нетканые материалы на основе синтетического волокна применяются для изготовления спецодежды, домашнего текстиля, мягкой мебели и матрасов, утепленной верхней одежды, туристического оборудования, в качестве исходного материала для тепло- и шумоизоляционных изделий промышленного и бытового назначения, изготовление фильтров, обтирочных материалов, укрывных материалов (сельское хозяйство).

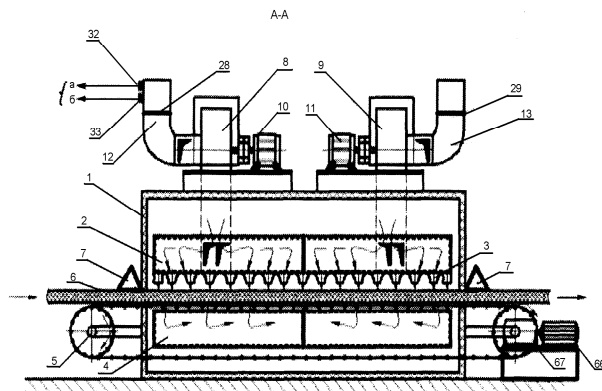
Установка для сушки нетканых материалов (рис.1) с волокнистой и пористой структурой, содержащей корпус 1 с сушильным отсеком и горизонтальным ленточным транспортером 5, оснащенный электроприводом, электронагревателями 16 и 17 и вентиляторами. Корпус 1 снабжен теплоизоляционным покрытием, электропривод транспортера 5 связан с регулятором скорости, сушильный отсек образован подводным коробом 2 с перегородками, расположенным над верхней лентой транспортера 5 и имеющим выходные сопла 3 по всей нижней поверхности, обращенные перпендикулярно к высушиваемому полотну материала, и отводящим коробом 4, оснащенным перегородками и расположенным между верхней и нижней лентами транспортера 5, с перфорированной

верхней поверхностью, обращенной к высушиваемому полотну материала снизу. При этом подводный короб 2 связан соединительными патрубками 19 и 18, снабженными датчиками давления 38 и 39, температуры и влажности 40 и 41 горячего теплоносителя, с электронагревателями 16 и 17, оснащенными устройствами регулирования мощности с функцией аварийного отключения и связанными посредством напорных патрубков 14 и 15, снабженных датчиками начального давления 34 и 35 исходного теплоносителя, с напорными вентиляторами 8 и 9, приводимыми электродвигателями, а отводящий короб 4 соединен с введенным в установку отводящим коллектором 20, снабженным датчиками 46 и 47 конечной температуры и конечной влажности отработавшего теплоносителя и связанным посредством трубопроводов 21 и 22, в которых установлены датчики разрежения 48 и 49 и регулирующие заслонки разрежения 50 и 51, снабженные электроприводами 52 и 53, с введенными в установку теплоулавливающими карманами 7, расположенными над высушиваемым полотном материала. Сверху и соосно к отводящему коллектору 2 присоединен отводящий патрубок 23 с датчиком конечного разрежения 54, в свою очередь присоединенный к откачивающему вентилятору 24, напорная часть которого, снабженная регулировочным запирающим шибером с электроприводом 25, соединена через подводный патрубок с введенным в установку симметрично разветвляющимся теплопроводом 26 рециркулирующего теплоносителя, каждая ветвь которого снабжена датчиками давления 51 и 58 и температуры рециркулирующего теплоносителя 59 и 60 и регулировочным шибером 61 и 62 с электроприводом 63 и 64. Каждая ветвь разветвляющегося теплопровода 26 соединена с одним из входных патрубков 12 и 13, один конец каждого из которых связан с напорным вентилятором 24, а другой – предназначен для сообщения с атмосферным воздухом. В одном из входных патрубков 12 установлены датчики 32 и 33 начальной температуры и начальной влажности атмосферного воздуха, а так же регулировочный шибер 28 с электроприводом 30, а в другом - регулировочный шибер 29 с электроприводом 31. К разветвляющемуся теплопроводу 26 сверху через подводный патрубок присоединен расположенный за напорной частью откачивающего вентилятора 24 введенный в установку отводящий трубопровод 27, сообщающийся с атмосферой. Все указанные датчики электрически связаны с блоком обработки сигналов и управления (БОСУ) 65, в свою очередь соединенным с электроприводами 30 и 31 регулировочных шиберов 28 и 29, расположенных во входных патрубках 12 и 13, в ветвях теплопровода рециркулирующего теплоносителя, в напорной части откачивающего вентилятора 24 и с электроприводами 52 и 53 регулирующих заслонок 50 и 51 разрежения в трубопроводах, соединенных с теплоулавливающими карманами 7.

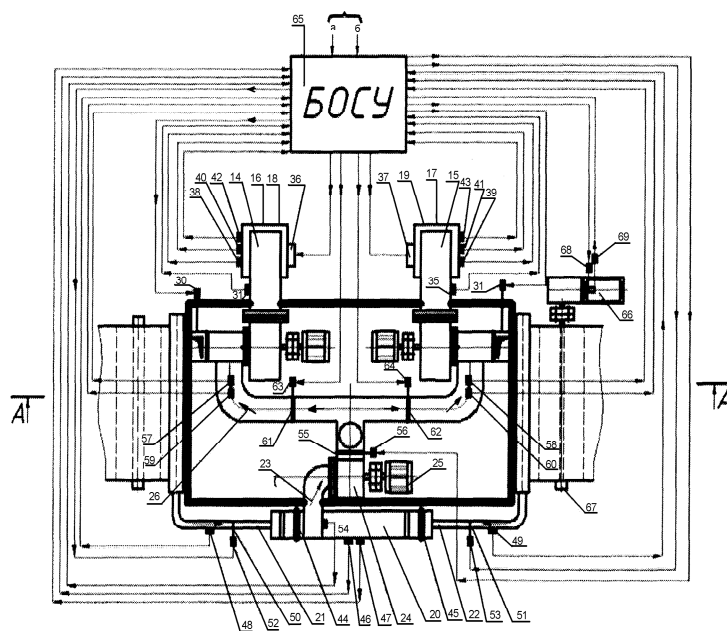
Снижение энергозатрат обусловлено введением теплоизоляционного покрытия корпуса 1, параллельной подачей горячего теплоносителя с одинаковой температурой в подводный короб 2 с перегородками через выходные окна соединительных патрубков 18 и 19 и системой рециркуляции теплоносителя, предусматривающей соединение отводящего коллектора 20 с отработавшим теплоносителем, связанного с отводящим коробом 4 и теплоулавливающими карманами 7, с отводящим патрубком 23, присоединенным к откачивающему вентилятору 24, после прохождения которого часть отработавшего теплоносителя поступает через симметрично разветвляющийся теплопровод 26 с датчиками давления 57 и 58 и температуры 59 и 60 рециркулирующего теплоносителя, соединенными с БОСУ 65, для рециркуляции во входные патрубки 12 и 13, соединенные с напорными вентиляторами 8 и 9, причем неиспользованная часть отработавшего теплоносителя удаляется через отводящий трубопровод 27 в атмосферу.

Автоматизация производства нетканых материалов, реализованная в предлагаемой автоматизированной установке, снижает эксплуатационные расходы на управление и обслуживание установки в 2 раза, что способствует снижению стоимости производимого материала и повышению точности его конечных физико-химических параметров.

Данная установка защищена патентом РФ на изобретение № 2382306.



Главный вид



Вид сверху

Рисунок 1. Установка для сушки нетканых материалов

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ КЛАПАНОВ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ $D_y 20, 25, 30$**
Бокань Т.Н. – студент, Полковникова А.А. – студент, Упоров А.П. - к.т.н. доцент
Алтайский государственный технический университет (Барнаул)

Испытаны клапаны Барнаульского котельного завода (БКЗ). Основными элементами рассматриваемых клапанов (рис.1) являются: седло (поз. 2) с диаметром выхода d_c , тарелка (поз. 3) и пружина (поз. 4). При повышении давления пара выше рабочего, сила давления поднимает тарелку на высоту h , в результате выпускаются излишки пара, после чего пружина прижимает тарелку к седлу.

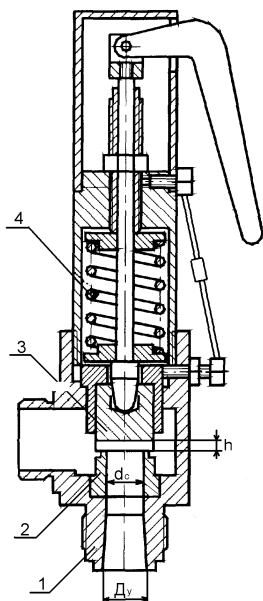


Рис. 1 Клапан предохранительный
1. Патрубок входной 2. Седло
3. Тарелка 4. Пружина

Производительность клапанов характеризуется коэффициентами расхода μ_c (отнесен к площади седла) и пропускной способности κ_v . Они рассчитываются по формулам [1]:

$$\mu_c = \frac{1}{m\sqrt{\zeta_y}} \quad (1); \quad \kappa_v = 5,08 \cdot \mu_c \cdot S_c \text{ м}^3/\text{час} \quad (2)$$

где $m = S_c / S_y$ - степень сужения в седле – отношение площадей седла S_c и входа в клапан S_y ;

ζ_y – коэффициент гидравлического сопротивления, отнесенный к входному сечению и определяется экспериментально.

Коэффициент расхода μ_c (а следовательно и κ_v) зависит прежде всего от величины подъема тарелок h , а также от конструктивных особенностей, технологии и качества изготовления узла седло-тарелка.

В данной работе расходные характеристики клапанов определялись на аэродинамическом (воздушном) стенде. По перепаду полного давления на клапане ΔP_n и динамическому

давлению перед клапаном P_0 рассчитывался коэффициент гидравлического сопротивления:

$$\zeta_y = \frac{\Delta P_n}{P_0},$$

а затем по формуле (1) – коэффициент расхода μ_c .

Для определения влияния на расходные характеристики высоты подъема тарелок клапаны $D_y 25$ и $D_y 32$ (по одному экземпляру) испытаны на нескольких высотах $h(h/d_c)$, по результатам которых рассчитаны коэффициенты расхода и построены экспериментальные зависимости $\mu_c = f(h/d_c)$, рис. 2, опыт 1,2.

Для обоих клапанов экспериментальные точки ложатся на одну линию. При изменении h/d_c в диапазоне 0,2-0,4 наблюдается линейный интенсивный рост коэффициента расхода μ_c , а далее он замедляется. При подъеме

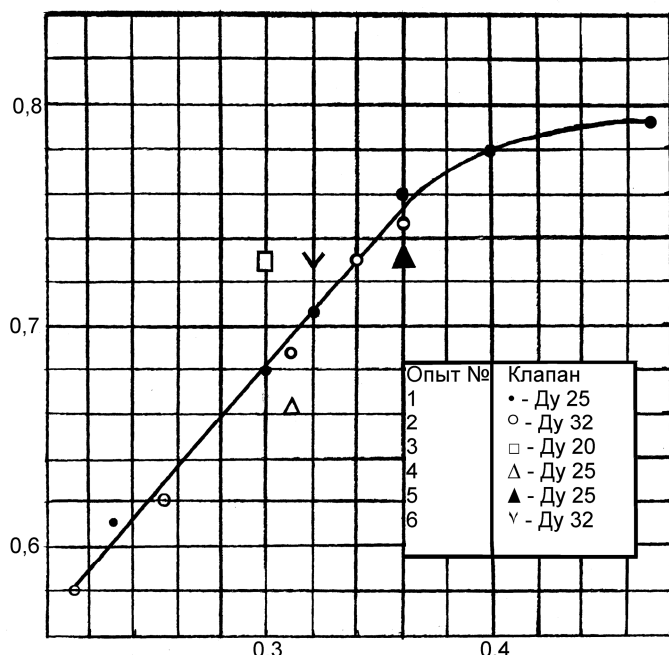


Рис. 2 Зависимость коэффициентов расхода предохранительных клапанов от высоты подъема тарелок

тарелок на высоту $h/d_c = 0,32$ коэффициент расхода достигает значения 0,65-0,70, что принимается в большинстве практических расчетов.

Клапан $D_y 20$ испытан только на одном (проектном) значении $h(h/d_c=0,28)$, для которого коэффициент расхода равен 0,73 (опыт 3, рис.2). Аналогичные испытания (т.е. только для одного значения подъема тарелок h) проведены еще на двух экземплярах клапанов $D_y 25$ (опыты 4,5, рис.2) и одном экземпляре клапана $D_y 32$ (опыт 6, рис. 2). Экспериментальные значения μ_c последних оказались также близкими к экспериментальной зависимости $\mu_c=f(h/d_c)$, рис.2.

Вывод: В предохранительных клапанах прямого действия коэффициент расхода $\mu_c \geq 0,7$ достигается при подъеме тарелок на высоту $h/d_c \geq 0,3$.

Литература

1.Гуревич Д.Ф. Расчет и конструирование трубопроводной арматуры. Изд. Машиностроение, М.:-Л, 1964г.