

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГОРНОЙ МЕХАНИКИ им. М. М. ФЕДОРОВА**

На правах рукописи

РОМАНОВ Виктор Александрович

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЦЕНТРОБЕЖНОГО
И СТРУЙНОГО НАСОСОВ ДЛЯ РАБОТЫ
В УСЛОВИЯХ ШАХТНОГО ВОДООТЛИВА**

05.05.06 — «Горные машины»

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

ДОНЕЦК — 1994

Диссертация является рукописью.

Работа выполнена в Научно-исследовательском институте горной механики им. М. М. Федорова и Донецком политехническом институте.

Научные руководители: заслуженный деятель науки и техники Украины, доктор технических наук, профессор Гейер В. П.; кандидат технических наук, доцент *Малеев В. Б.*

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор, *Бабак Г. А.*; кандидат технических наук, доцент *Никитин В. И.*

Ведущее предприятие — Производственное объединение по добыче угля «Макеевуголь».

Защита состоится «16» марта 1994 г.
в 14 часов на заседании специализированного совета К 135.09.01 при НИИГМ им. М. М. Федорова по адресу: 340055, Донецк, проспект Театральный, 7, НИИГМ им. М. М. Федорова, актовый зал.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке института.

Автореферат разослан «.....»..... 199 года.

Ученый секретарь
специализированного совета,
кандидат технических наук

БОГАТОВ И. В.

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00754956 (-)

ЛННБ ім. В. Стефаніка
АН України

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Характерной особенностью развития угольной промышленности Украины является увеличение глубины шахт. Успешное освоение глубоких горизонтов зависит от решения ряда технико-экономических проблем, в числе которых важное значение имеет проблема эффективного использования главного водостлива. Главные водостливные установки современных шахт состоят из сложного оборудования, отличающегося большой массой и высокой энергоемкостью. В их составе работает более 4600 насосов с общей установленной мощностью электродвигателей более 2 млн. кВт.

Эффективность использования шахтных насосов низкая, так как значительное их количество периодически или постоянно работает в режиме кавитации, который резко снижает подачу, экономичность и срок их службы. Перспективным методом решения актуальной задачи обеспечения бескавитационных режимов работы насосов является использование центробежно-струйной системы, имеющей ряд преимуществ по сравнению с другими средствами.

Однако применение традиционной схемы отбора рабочего потока жидкости от напорного трубопровода малоэффективно, в силу того что более 80 процентов парка центробежных насосов имеют нерациональные соотношения параметров со струйными насосами, кроме того увеличивается число модификаций последних, так как требуются соответствующие их конструкции для каждого типоразмера центробежного секционного насоса.

Диссертационная работа является частью научных исследований, проводимых НИИГМ им. М. М. Федорова по плану НИР (гостемн Минуглепрома СССР в 1975-1985 гг.: 070132000; 0711307000; 07211401000, Хоздоговоры с шахтами в 1982-1992 гг. №26-82;

0792464000 ; 0792521000).

Цель работы установление взаимосвязей между параметрами системы центробежного и струйного насосов, создание на этой основе высокоэффективной шахтной насосной установки.

Идея работы использование рациональной схемы питания струйного насоса и оптимальных параметров системы центробежного и струйного насосов.

Методы исследования Выявление причин, вызывающих снижение основных технических показателей шахтных насосов произведено на основе анализа и обобщения опыта эксплуатации, типовых технологических проектов главных водоотливных установок, экспериментальных исследований в условиях шахт и характера износа деталей проточной части.

Обоснование целесообразности использования системы центробежного и струйного насосов, а также водосборников с увеличенным сечением выработок произведено с помощью технико-экономического сравнения с известными вариантами систем.

Установление взаимосвязей между параметрами системы и выбор оптимальных величин ее элементов, обеспечивающих максимальный КПД, произведены: на основе моделирования с использованием ЭВМ процессов изменения энергетических качеств системы при различных параметрах потока жидкости, отбираемого для питания струйного насоса; сравнения аналитических расчетов по найденным зависимостям с результатами экспериментальных данных, полученных в условиях лаборатории и шахт; применения основных законов гидромеханики; метода перебора возможностей в сочетании с методом последовательных приближений; линеаризации напорных характеристик.

Определение влияния многосопловых насадков и длины камеры

смещения на энергетические качества струйных насосов проведено с использованием математического метода планирования эксперимента.

Научные положения, выносимые на защиту и их новизна:

- впервые выполнено сравнение энергетических качеств центробежно-струйной системы с различными схемами питания струйных насосов и доказана рациональность использования системы с промежуточным отбором ;

- впервые путем сравнения теоретического исследования влияния параметров отбираемого потока на напорную характеристику и экспериментальных данных установлено, что промежуточный отбор не оказывает вредного влияния на процесс работы проточной части центробежного насоса ;

- установлена граница рационального использования струйных подкачивающих насосов для насосов главного водоотлива ;

- установлена обобщенная математическая зависимость между параметрами системы секционного и струйного насосов при питании последнего от промежуточной ступени ;

- на основе обобщенной математической зависимости между параметрами системы с применением метода перебора возможностей в сочетании с методом последовательных приближений разработаны алгоритм и программа расчета на ЭВМ, их оптимальных величин.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

обусловлена: выполнением теоретических исследований на базе основных законов гидромеханики ; корректностью допущений, принятых при проведении аналитических исследований ; использованием современных методов статистической обработки опытных данных и теории инженерного эксперимента ; достаточной для практических целей сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований, выполненных на лабораторном стенде и в шахтных условиях

с использованием серийной измерительной аппаратуры. Расхождение результатов теоретических и экспериментальных исследований не превышает 3-5 процентов; проведением экспериментов на натуральных образцах, что исключает погрешность эффекта масштабности, а также использованием средств измерений достаточной точности; длительной эксплуатацией центробежно-струйной системы в промышленных условиях шахт: им. К.И. Печенкова, XXV съезда КПСС Ю "Макеевуголь", "Центральная" и "Красноармейская-Западная" МТ Ю "Красноармейскуголь".

Научное значение работы заключается в установлении зависимостей КПД, напора, подачи системы от режимных параметров центробежного и струйного насосов, определении принципов их оптимизации.

Практическое значение работы заключается в установлении рациональной границы использования струйного насоса для обеспечения подпора основному; создании эффективной конструктивной схемы системы с более высокими энергетическими качествами по сравнению с известными, разработке алгоритма и программы расчета на ЭВМ оптимальных параметров системы центробежного и струйного насосов, определении целесообразности строительства водосборников с увеличенным сечением выработок, при использовании совместно с центробежно-струйной системой.

Установленные взаимосвязи между параметрами системы и конструктивные решения использованы при создании насосных установок для промышленных условий.

Использование теоретических положений и рекомендаций работы дает возможность устранять кавитационные режимы насосов в процессе эксплуатации, что позволяет повысить их срок службы и экономичность шахтных водоотливных установок.

Реализация работы в промышленности. Системы центробежных и струйных насосов с отбором потока рабочей жидкости от промежуточной ступени внедрения на шахтах: им.К.И.Поченкова, XXV съезда КПСС ПО "Макеевуголь", "Центральная" и "Красноармейская-Западная" №1 ПО "Красноармейскуголь".

В результате их использования существенно повысились подачи и КПД водоотливных установок, а также работоспособность систем заливки.

Суммарный годовой экономический эффект от использования внедренных систем струйного и центробежного насосов составляет 94,5 тыс.руб. Экономический потенциал внедрения в масштабах отрасли составляет 885,6 тыс.руб в ценах на 01.01.92г.

Апробация работы. Основные результаты и работа в целом обсуждались на республиканской научно-технической конференции "Молодые ученые - научно-техническому прогрессу в угольной промышленности", г.Донецк, 1976 г., на научно-технических семинарах "Эксплуатация, надежность и ремонт ШСУ", ВНИИГМ им.М.М.Федорова, 1980, 1981 гг.; на техническом совещании при начальнике СКБ Ясногорского машиностроительного завода, 1982 г.; на расширенном заседании кафедры РГПУ иГДПИ, 1982 г.; на научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения В.С.Пака, ДПИ, 1988г.; Ученом совете ВНИИГМ им.М.М.Федорова, 1981, 1992гг.; техническом совещании механиков шахт ПО "Макеевуголь", г.Макеевка, 1992г.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 17 работ, в том числе 1 авторское свидетельство на изобретение.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, шести разделов и заключения, изложена на 124 страницах машинописного текста, содержит 34 рисунка, 12 таблиц, список литера-

туры из 110 наименований и 7 приложений ; общий объем работы 161 страница.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Проведенные экспериментальные исследования режимов работы шахтных центробежных насосов, анализ их характеристик и технологических схем главных водоотливных установок показали, что насосы имеют недостаточную допустимую вакуумметрическую высоту всасывания для использования в пределах всей рабочей части характеристики в установках, насосные камеры которых расположены выше уровня воды в водосборнике. Разность отметок оси рабочего колеса и уровня почвы водосборника превышает 4,5 м, тогда как допустимая вакуумметрическая высота всасывания находится в пределах 2-6,8 м.

Так как межремонтный ресурс лимитируется в основном отказом насосов по параметру (снижением напорной характеристики до утраты способности выдавать приток), то на первый взгляд оправдано стремление проектных организаций к выбору насосов с напорами значительно, превышающими расчетные. Это диктуется еще и тем, что более 70% насосного парка шахт Украины состоит из насосов, прошедших капитальный ремонт, при котором восстановление достигает значений 0,8-0,95 от величины параметров новых насосов.

Однако, превышение требуемых напоров во многих случаях приводит к превышению вакуумметрических высот всасывания над допустимыми и возникновению кавитационных явлений в насосах, резко снижающих их экономичность и ресурс.

Существенный вклад в решение проблемы эффективного использования шахтных насосов внесли такие ученые как Гейер В.Г., Пак В.В., Попов В.М., Малеев В.Б., Антонов Э.И., Беликов П.Ф.,

Фадин В. А. Однако, вопрос эффективного использования насосов главного водоотлива, имеющих низкие кавитационные качества, нуждается в дополнительном поиске рациональных путей решения.

Задача совершенствования насосных установок применительно к главному водоотливу, может быть решена с помощью использования центробежно-струйной системы. Преимущество ее по сравнению с другими средствами, которые могут быть применены для исключения кавитационных режимов насосов во всем многообразии технологических схем и параметров, заключается в простоте технической реализации, а также в том, что она не уступает им по экономическим критериям.

Энергетические качества струйных насосов оказывают влияние на систему в целом и зависят от входных и выходных параметров, которые выражаются в виде коэффициентов напора K и подачи β . С уменьшением коэффициента напора КПД струйных насосов снижается.

Если учесть, что центробежным насосам требуются подпоры до 6 м, то при отборе потока рабочей жидкости от напорного трубопровода более чем для 80% парка этих насосов значение K находится в пределах 0,01-0,02, а КПД струйного насоса - от 10 до 15%. Для высоконапорных насосов K еще более низкие, а следовательно, и более низкие значения КПД струйных насосов.

На рис. I показана диаграмма на распределения по напору насосов типа ЦНС 300-120...600 и зависимость КПД струйного насоса от коэффициента напора.

Разнообразие технологических схем и большое число противоречиво влияющих параметров (см. рис. 2) требует сравнения различных схемных решений систем центробежных и струйных насосов, выбора наиболее эффективной и по возможности универсальной.

Анализ показал, что наиболее целесообразно осуществлять

Распределение насосов ЦНС 300-120...600 по количеству ступеней Z и зависимость КПД η_c струйного насоса от коэффициента напора K

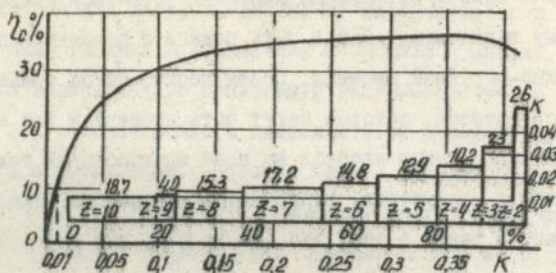


Рис. I

Относительные характеристики основных параметров системы центробежного и струйного насосов

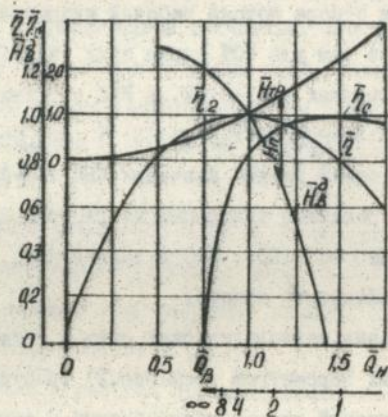


Рис. 2

отбор рабочей жидкости от промежуточной ступени. Энергетическое сравнение схем отбора от нагнетания и промежуточной ступени для идентичных параметров струйных насосов, работающих совместно с насосами ЦНС 300-600, проведенное по полученной обобщенной зависимости вида

$$\bar{\eta} = \frac{\eta_n Z_{от} H_{от} \beta_n}{\eta_{от} Z H_n \beta_{от}}, \quad (1)$$

где η_n, β_n, H_n, Z - соответственно КПД, коэффициент подачи, напор, число ступеней при отборе от напорного трубопровода,

$\eta_{от}, \beta_{от}, H_{от}, Z_{от}$ - измененные параметры при отборе от промежуточной ступени,

показало, что энергетические качества системы с промежуточным отбором от второй ступени более чем в 2,5 раза выше чем в системе с отбором от напорного трубопровода.

Технико-экономическим сравнением, произведенным для насосов ВП 340, ППН 300-20, ЦД 315-50 и струйного, которые могут быть применены для совместной работы с центробежными насосами установлено, что для подпоров до 14 м более выгодным является струйный насос, питающийся от рационально выбранной промежуточной ступени.

Сравнение затрат на строительство водосборников с традиционным малым сечением горных выработок и увеличенным показало, что при использовании центробежно-струйной системы более рациональным является последнее решение. Снижение затрат при этом достигает 23%.

Оценка влияния величины расхода и места отбора потока рабочей жидкости на напорную характеристику многоступенчатого насоса

производилась с использованием уравнения напорной характеристики и зависимости, связывающей параметры насосов, работающих с отбором и без него. Насос при этом делился на две части: работающую с отбором потока жидкости и без отбора.

В результате получена зависимость вида

$$\bar{H} = \frac{H_{от}}{H} = \left(1 - \frac{Z_{от} \left[\frac{Q_{от}}{Q} + \left(\frac{Q_{от}}{Q} \right)^2 \right]}{Z \left(\frac{H_{фк}}{V_k Q^2} - 1 \right)} \right), \quad (2)$$

где H и Q — соответственно напор и подача насоса,

Z — число рабочих колес,

$H_{фк}$ и V_k — постоянные величины для данного типоразмера насоса.

Данная зависимость использована для определения влияния промежуточного отбора на работу проточной части центробежного насоса. Высокое совпадение результатов расчета и экспериментов (ошибка не превышает 2%) дает основание для вывода, что промежуточный отбор не нарушает условий входа потока в первое колесо второй части насоса и не изменяет его характеристику, а, следовательно, позволяет использовать аналитическое описание напорной характеристики при исследовании гидравлических систем, содержащих насосы с отбором потока от промежуточной ступени.

Сложность технологической схемы такой системы, обусловленная большим числом взаимозависимых параметров и недостаточная изученность зависимости энергетических качеств от параметров ее элементов потребовали проведения дополнительных аналитических исследований для получения обобщающих зависимостей.

В результате исследования с помощью основных законов гидромеханики получена зависимость, характеризующая энергетические

качества центробежно-струйной системы, которая имеет вид

$$\eta = \frac{\frac{H_{нс}}{\eta_{от}}}{H_{н1} - \frac{H_{н2} \eta_{от}}{\eta_2} + \frac{H_c}{\eta_c} - \frac{H_I}{\beta}}, \quad (3)$$

где η_2 - КПД ступеней, работающих без отбора,

$H_{нс}$ - напор системы,

$H_{н1}, H_{н2}$ - напор ступеней, работающих с отбором и без отбора жидкости,

H_c - напор струйного насоса,

η_c - КПД струйного насоса,

H_I - напор на входе в центробежный насос.

Из формулы видно, что КПД системы зависит от КПД обеих частей центробежного насоса и струйного насоса, значения которых определяется как конструктивными особенностями, так и режимами их работы.

Наибольшее КПД струйного насоса достигнуто при $\beta \approx 1$.

На рис.2 в относительных единицах приведена зависимость КПД струйного насоса от β , а также кривые КПД и допустимой высоты всасывания насоса ЦНС 300-600. В качестве масштаба использованы значения указанных параметров в оптимальных режимах насосов.

Из рисунка видно, что при $\beta \rightarrow 1$ подача ступеней, работающих с отбором жидкости растет. Это приводит к снижению допустимой вакуумметрической высоты всасывания и росту потребного напора струйного насоса, а следовательно, повышает затраты энергии на обеспечение бескавитационной работы центробежного насоса. В этих условиях максимальный КПД системы может быть достигнут путем выбора рационального сочетания параметров струйного и центробежного насосов.

Линеаризация напорных характеристик насоса и трубопровода

позволила получить простые конечные зависимости для определения основных параметров системы. Подача системы может быть найдена по выражению

$$Q_c = \frac{ZH'_{фк} - H'_г - Z_1 B'_k Q_{ог} + H_c}{a' + Z B'_k}, \quad (4)$$

где $H'_{фк}, H'_г, B'_k, a'$ - коэффициенты линеаризованных уравнений напорных характеристик насоса и трубопровода, которые могут быть получены с использованием коэффициентов квадратного уравнения характеристик и величин подач на границах рабочей части характеристики насоса.

Коэффициент снижения подачи системы с промежуточным отбором определяется выражением

$$K_c = \frac{1}{1 - \frac{Z_{ог} B'_k Q_{ог} - H_c}{ZH'_{фк} - H'_г}}. \quad (5)$$

Данные теоретических исследований проверялись экспериментально, для чего были созданы специальные стенды, позволяющие определить зависимость между напором многоступенчатого секционного насоса, величиной расхода и местом отбора жидкости от его промежуточной ступени, получить характеристики струйных и центробежных насосов, а также системы в целом.

При отработке конструкции промышленного образца струйного насоса применен метод планирования эксперимента. С его помощью исследовалось влияние на КПД струйного насоса трех факторов: количества отверстий многосоплового насадка, расстояния между ними, длины камеры смещения. В качестве математической модели выбрано линейное уравнение регрессии вида

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3, \quad (6)$$

где b_0, b_1, b_2, b_3 - коэффициенты уравнения.

В результате проведенного регрессивного анализа получены значения коэффициентов, после подстановки которых в уравнение (3) оно приобретает вид:

$$y = 18,56 - 1,238 x_1 - 4,375 x_2 + 2,638 x_3. \quad (7)$$

Проверка показала, что математическая модель адекватна экспериментальным данным, а коэффициенты уравнения значимы, т.е. уравнение регрессии достаточно точно описывает влияние факторов на энергетические качества струйных насосов.

Для короткой камеры смещения наиболее эффективным является трехструйный насадок. Это можно объяснить улучшением процесса смешения рабочего и транспортируемого потоков. Однако многоструйный насадок имеет большую площадь на срезе, что загромождает вход в камеру смещения. Загромождение проходного сечения камеры смешения ведет к возрастанию скорости транспортируемого потока между насадком и стенкой конфузора и резкому снижению ее за пределами насадка.

При этом возрастают потери энергии в транспортируемом потоке, но преобладающее влияние меньших потерь смешения приводит к значительному увеличению КПД. Из многоструйных насадков наименьшая площадь среза у трехструйного, что обеспечивает более высокие энергетические качества струйного насоса.

Кавитационные качества струйного насоса характеризуются величиной коэффициента кавитации $6L$, который можно определить из выражения

$$G_L = \frac{(m-1)^2 (P_0 - P_H)}{B_{кр} \rho V_1^2}, \quad (8)$$

где m - отношение площади камеры смешения к площади отверстия насадка,

P_0 - давление в камере смешения,

P_H - давление насыщенного пара жидкости,

$B_{кр}$ - критический коэффициент подачи,

ρ - плотность жидкости,

V_1 - скорость истечения жидкости из насадка.

Путем снижения диаметра патрубка рабочей жидкости в приемной камере и выполнения коноидальной заточки на входе в камеру смешения достигнуто улучшение кавитационных качеств струйного насоса. Коэффициент кавитации разработанной конструкции снижен с 1,35 до 1,18.

Отбор от промежуточной ступени снижает скорость истечения струи из насадка и в сумме с усовершенствованием конструкции струйного насоса создает благоприятные условия для использования оптимальных конструктивных размеров элементов проточной части, обеспечивающих снижение непроизводительных затрат энергии.

Наличие большого числа противоречиво влияющих параметров не обеспечивают высокий КПД системы при свободном задании параметров ее элементов, а требуют оптимального их сочетания.

Решение этой задачи выполнено с применением метода перебора возможностей в сочетании с методом последовательных приближений. Решение сводится к вычислению ряда значений КПД при априорном выборе режима, использованию итерационного процесса для последовательного приближения параметров этого режима с

достаточной точностью к их истинным значениям и выбора для расчета конструкции системы параметров, при которых ее КПД максимален. Разработанные на основе этих методов алгоритм и программа расчетов на ЭЕМ позволяют определять параметры системы, обеспечивающей выдачу шахтного притока в соответствии с требованиями Правил безопасности.

Центробежно-струйная система, схема которой изображена на рис.3 содержит струйный насос I с приемной сеткой 2, подводный трубопровод 3, центробежного секционного насоса 4. Направляющий аппарат одной из ступеней оборудован коллектором 5 для сбора воды, выходящей из переводных каналов по трубам 6. К коллектору подсоединен трубопровод рабочей воды 7 с обратным клапаном 8. Центробежный насос соединен с напорным трубопроводом 9, оборудованным задвижкой 10 и обратным клапаном 11. С напорным трубопроводом соединен заливочный трубопровод 12, содержащий задвижку 13.

Такие системы испытаны в условиях главных водоотливов шахт им.К.И.Поченкова и им. XXV съезда КПСС ПО"Макеевуголь", а также "Центральная" и "Красноармейская-Западная МГ" ПО"Красноармейскуголь". Устранение кавитационных режимов насосов ЦНС 300-600 позволило повысить энергетические показатели, а использование ее вместо насосных установок, включающих центробежные насосы типа ЦНС 300-780 и вертикальные подкачивающие типа ВП 340 повысило экономичность за счет снижения капитальных затрат. На рис.4 показаны характеристики и режимы насосной установки I и центробежно-струйной системы 2, работающих в условиях главного водоотлива шахты им.К.И.Поченкова. Использование центробежно-струйной системы позволило повысить КПД и подачу соответственно на 6,3 и 17,1%. При этом также был облегчен процесс заливки, которая в предложенной системе выполняется струйным насосом под

Схема центробежно-струйной системы

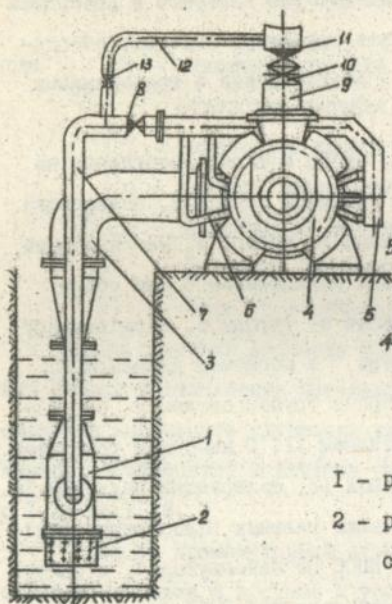


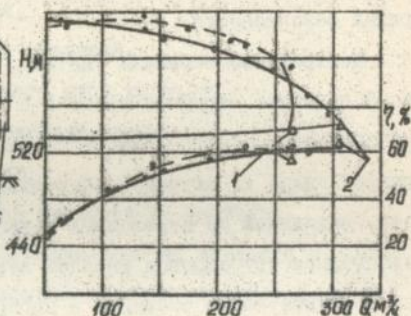
Рис.3

действием энергии воды напорного трубопровода, вместо применения приемного клапана. Быстрое заполнение подводящего трубопровода водой и создание в нем напора позволяет производить надежный запуск системы даже при наличии в нем воздушных пробок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации дано новое решение актуальной задачи совершенствования шахтных водоотливных установок, состоящее в установлении зависимостей энергетических качеств системы центро-

Повышение рабочих параметров водоотлива при использовании центробежно-струйной системы



- 1 - рабочий режим насоса ЦНС 300-600,
2 - рабочий режим центробежно-струйной системы

Рис.4

бежного и струйного насосов от параметров элементов и разработке метода инженерного расчета ее оптимальных параметров. На этой основе разработана эффективная система центробежного и струйного насосов, в которой гидравлическая энергия для питания струйного насоса отбирается от промежуточной ступени основного.

Проведенные исследования позволили получить следующие результаты.

1. Анализ износов шахтных насосов, экспериментальное определение их режимов работы, изучение проектов технологических схем главных водоотливов показывает, что преобладающим фактором, вызывающим резкое снижение эффективности их работы является эксплуатация насосов в кавитационных режимах.

2. Сравнение технико-экономических данных средств создания подпора показало, что наиболее перспективным является струйный насос, область целесообразного использования которого по напорам, в зависимости от типа сравниваемого насоса, составляет от 14 до 20 м.

3. С помощью экономического анализа стоимости строительства водосборников с различным сечением горных выработок, установлено, что выгоднее сооружать водосборники с большим сечением выработок в сочетании с центробежно-струйной системой, обеспечивающей бескавитационные режимы работы при более высоких геометрических высотах всасывания.

4. Разработана система центробежного и струйного насосов с рациональной системой отбора рабочего потока жидкости от промежуточной ступени, позволяющей повысить эффективность применения струйных насосов и сократить число их модификаций на шахтном водоотливе.

5. Получены обобщающие зависимости между параметрами сис-

темы и ее элементами, позволяющие с помощью метода перебора возможностей в сочетании с методом последовательных приближений и итерационного процесса определять оптимальные режимные и конструктивные параметры системы.

6. Исследование эффективности многосопловых насадков с применением метода математического планирования экспериментов показало, что для коротких камер смешения разделение потока рабочей жидкости на три струи приводит к повышению энергетических качеств струйного насоса по сравнению с односопловым насадком.

7. Результаты работы внедрены при разработке и изготовлении систем центробежного и струйного насосов для главных водоотливов шахт им.К.И.Поченкова, XXV съезда КПСС Ю"Макеевуголь", "Центральная" и "Красноармейская-Западная" №1 Ю"Красноармейскуголь". Новизна конструктивного решения подтверждена полученным авторским свидетельством. Экономический эффект от внедрения разработанной системы составил 94,5 тыс.руб/год, а экономический потенциал внедрения в масштабах отрасли - 885,6 тыс.руб/год в ценах на 01.01.92г.

Основные положения диссертации опубликованы в работах

1. А.с.534584 (СССР), МКИФ04Д 1/06. Многоступенчатый центробежный насос/ В.А.Романов, В.П.Паршинцев; ИГМ и ТК им.М.М.Федорова. - №2101325/24-6: Заявл.27.01.75 рпубл.5.11.76, Бюл. №41.-С.97.

2. Романов В.А. Влияние промежуточного отбора жидкости для струйного насоса на напорную характеристику многоступенчатого насоса// Шахтные турбомашини: Сб.науч.трудов/ ВНИИГМ им.М.М.Федорова.-Донецк. 1977, №43.- С.13-18.

3. Гейер В.Г., Романов В.А. Выбор рациональных параметров струйного бустера к шахтной водоотливной установке.-Деп.в ЦНИИЗуголь, 26.10.79, №1600- 79,-18 с. РЖ Горное дело, 1980,С.22.

4. Гейер В.Г., Романов В.А. Выбор параметров насоса шахтной водоотливной установки // Шахтные турбомашинны: Сб. науч. трудов / ВНИИГМ им. М.М. Федорова. - Донецк, 1979, №47. - С.21-30.

5. Романов В.А. Экспериментальное определение влияния промежуточного отбора на напорную характеристику многоступенчатого насоса // Создание и совершенствование шахтных стационарных установок: Сб. науч. трудов / ВНИИГМ им. М.М. Федорова. - Донецк, 1980. - С.150-154.

6. Гейер В.Г., Романов В.А. Техничко-экономическое сравнение насосных установок, пригодных для снижения вакуумметрической высоты всасывания шахтных насосов // Исследование, разработка и эксплуатация шахтных стационарных установок: Сб. науч. трудов / ВНИИГМ им. М.М. Федорова. - Донецк, 1981. - С.156-162.

7. Романов В.А. Экспериментальные исследования насосной установки со струйным подкачивающим насосом // ВНИИГМ им. М.М. Федорова. - Донецк, 1981. - С.163-167.

8. Гейер В.Г., Романов В.А. Целесообразность строительства шахтных водосборников с увеличенным сечением горных выработок // Повышение эффективности и эксплуатационной надежности шахтных стационарных установок: Сб. науч. трудов / ВНИИГМ им. М.М. Федорова. - Донецк, 1983. - С.101-104.

9. Романов В.А. Эффективность использования насосной установки с промежуточным отбором рабочей жидкости для струйного насоса // Теоретические и эксплуатационные проблемы шахтных стационарных установок: Сб. науч. трудов / ВНИИГМ им. М.М. Федорова. - Донецк, 1986. - С. 157-161.

10. Романов В.А. Обобщенные зависимости для основных параметров струйных насосов // Горная механика: Сб. науч. трудов / НИИГМ им. М.М. Федорова. - Донецк, 1991. - С.108-115.

Подл. в печать 27.12.93. Формат 60x84 1/16. Бумага типографская.
Офсетная печать. Усл. печ. л. I, 16. Усл. кр.-отт. I, 27. Уч.-изд. л. I, 0.
Тираж 100 экз. Заказ №4-7037.

Научно-исследовательский институт горной механики
им. М.М. Федорова

340055, г. Донецк, проспект Театральный, 7.



AB 29.068

AB 29.068