

10-я Международная научно-техническая конференция "ГЕРВИКОН-2002"
Украина, Сумы, 10-13 сентября 2002 г.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПОДВОДЯЩИХ УСТРОЙСТВ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ С НИЗКИМИ n_s

OPTIMAL DESIGNING METHOD APPLICATION IN DEVELOPMENT OPTIMAL ADMISSING DEVACES OF CENTRIFUGAL PUMPS WITH LOW n_s

БОРОДАЙ Марина Владимировна, инженер,
ООО «НПФ-РИЗ», г. Сумы, Украина,

РЖЕБАЕВА Нинель Константиновна, к.т.н, доцент,
Сумский государственный университет, г. Сумы, Украина.

Abstract. This article performs the possibility of optimal designing method application in development of admitting devices. It is necessary to devote enough time to calculation of admitting devices because it is able to influence on pump's characteristics generally. Admitting device creates special screw on the input in to the wheel and also it allows to improve the structure of the stream on the input with the regime less than optimal. If low n_s pumps are in use, then the right designed admission will let to increase efficiency of the stage and the pump generally. All of these underline the necessity of additional research of admitting devices.

Применение насосов с низким коэффициентом быстроходности обусловлено требованиями технологических линий, где используются насосы, а также требованиями заказчика.

При выборе проточных частей основными факторами являются коэффициент быстроходности (n_s), рабочие параметры насоса (Q , H , n), величина КПД, кавитационные характеристики, форма напорной характеристики, технологичность и трудоемкость изготовления, тип перекачиваемой жидкости. То есть, возникает необходимость решать так называемую обратную задачу: по обусловленным техническим заданием на проектирование насоса значениям выходных параметров (Q , H) находить его внутрен-

ние параметры (сочетание геометрических размеров проточной части). В инженерной практике решению обратной задачи соответствует так называемый проектировочный расчет, часто имеющий целью оптимизацию геометрических параметров по некоторому критерию оптимальности (в данном случае – коэффициенту полезного действия).

Основным элементом проточной части является рабочее колесо, с помощью которого происходит преобразование механической энергии двигателя в гидравлическую энергию перекачиваемой жидкости. Неподвижные органы проточной части – подвод и отвод – в зависимости от требований могут выполнять разнообразные функции, но основная их задача заключается в организации потока на входе и выходе колеса и в преобразовании части кинетической энергии потока в потенциальную. Основные гидравлические потери происходят в отводе. Величина этих потерь в значительной степени определяется состоянием потока после рабочего колеса, которое в свою очередь определяется условиями течения в колесе.

Если рассматривать гидравлические потери в колесе как сумму потерь на трение и на вихреобразование, можно отметить, что при малых закрутках потока на входе большую долю составляют потери на вихреобразование, а при больших – увеличивается доля потерь на трение. Также необходимо отметить, что с увеличением закрутки потока до 60° происходит основное снижение суммарных потерь. Это объясняется тем, что до указанного предела потери на вихреобразование снижаются, а потери на трение остаются практически постоянными. Превышение предела приводит к тому, что начинают значительно увеличиваться потери на трение и это увеличение перекрывает снижение потерь на вихреобразование, следовательно, изменение суммарных потерь практически не происходит [1].

Для создания закрутки на входе в рабочее колесо применяются различные входные устройства:

1. Боковой подвод: кольцевой, полуспиральный;
2. Осевой подвод с регулируемым и нерегулируемым направляющим аппаратом.

В боковых подводах закрутка потока возникает в результате увлечения жидкости вращающимся валом и является самопроизвольным и не определяющим фактором.

Осевой подвод с регулируемым и нерегулируемым направляющим аппаратом представляет собой ряд одинаковых по форме лопаток, расположенных равномерно по окружности. Осевой подвод с нерегулируемым направляющим аппаратом создает постоянную величину закрутки потока, оговоренную на этапе проектирования. Лопатки осевого подвода с регулируемым направляющим аппаратом могут синхронно поворачиваться относительно радиальных осей от специального механизма. При полностью открытом положении лопатки установлены таким образом, что обеспечивается осевой вход в колесо без закрутки потока. При отклонении их от этого

положения за ними образуется циркуляция жидкости, которая может быть положительной или отрицательной в зависимости от направления поворота лопаток. Следовательно, поворотом лопаток направляющего аппарата можно регулировать величину циркуляции на входе в рабочее колесо. При этом удастся повысить коэффициент полезного действия насоса как на оптимальном, так и на режимах отличных от оптимального [2].

Повысить экономичность насосов с малыми n_s можно также эксплуатацией насосов с высокими n_s на режимах меньше оптимального, в частности $0,7Q_{\text{опт}}$ и $0,5Q_{\text{опт}}$. В настоящее время разработана методика расчета, позволяющая прогнозировать характеристики насосов на данных режимах [3].

При проектировании подводных устройств таких насосов следует учитывать условия работы на режимах отличных от оптимального, которые сопровождаются возникновением противотоков и образованием кольцевого вихря, отрицательно влияющего на распределение давлений во всасывающем канале.

Существующие входные устройства имеют особую конструкцию, которая позволяет отводить образующийся вихрь из зоны входа в рабочее колесо. Примером такого устройства может быть входной направляющий аппарат, снабженный кольцевой обечайкой, одним концом расположенной у входных кромок лопаток рабочего колеса, а другим, выступающей за пределы подвода и образующей с внутренней поверхностью последнего кольцевой канал (рис.1). При работе на режимах меньше оптимального, возникает противоток, который по кольцевому каналу выводится за пределы подвода, в результате чего не происходит турбулентного смешения основного и завихренного обратного потоков рабочей жидкости. Данное устройство не только улучшает структуру потока на входе в рабочее колесо, а и позволяет снизить уровень вибрации и гидродинамического шума, возникающих при работе насосов на режимах с частичной подачей [4].

Основываясь на проведенных теоретических исследованиях и представленном выше литературном обзоре, можно сделать вывод, что для секционных насосов РЭ 100-53 (Одесский припортовый завод, г. Южный) и ЦН 30/410 (ЗАО «ЛУКОР», г. Калуш) создание закрутки потока на входе 60° - 65° позволит повысить коэффициент полезного действия агрегата в целом на $3 \div 5$ % соответственно.

Все вышеизложенное указывает на необходимость проведения исследований, направленных на выявление оптимальных геометрических соотношений, которые приведут к минимуму потерь (повышению уровня коэффициента полезного действия), снижению неравномерности потока перед рабочим колесом и уменьшению размеров вихрей, отрывающихся от стенок подвода.

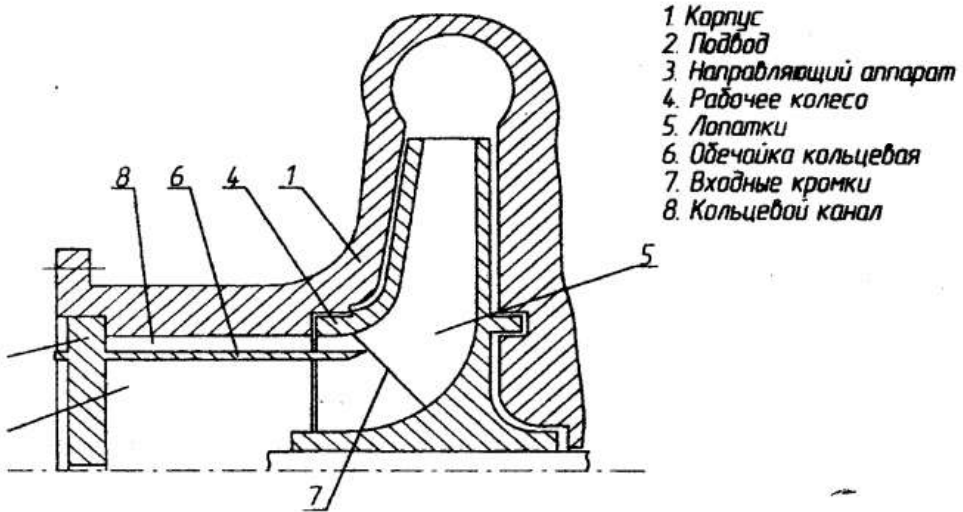


Рисунок 1 – Конструкция входного устройства

Несмотря на различные принципиальные схемы подводов, отработку их оптимальных геометрических соотношений необходимо проводить следующим образом:

- планирование и проведение исследований на экспериментальных исследовательских установках;
- производить построение математических моделей, связывающих энергетические параметры с геометрическими;
- проводить оптимизацию энергетических параметров и определять соответствующие оптимальные геометрические соотношения.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Синенко Ю.И. К вопросу снижения потерь в рабочем колесе низкой быстроходности. Труды ВИГМ, вып. XXXII, 1963.
2. Викторов Г.В. Классификация гидравлических машин и баланс энергии.// Учебное пособие. – М, 1970, - 95с.
3. Ржебаева Н.К., Шендрик В.В., Бородай М.В. Методика расчета насосов с полуоткрытыми и открытыми рабочими колесами// Вестник МГУУ «КПИ»: Машиностроение.-К.:2002. Вып.38.
4. Авторское свидетельство СССР (11) 954637, F 04 D 29/66, 30.08.82 Бюллетень №32.