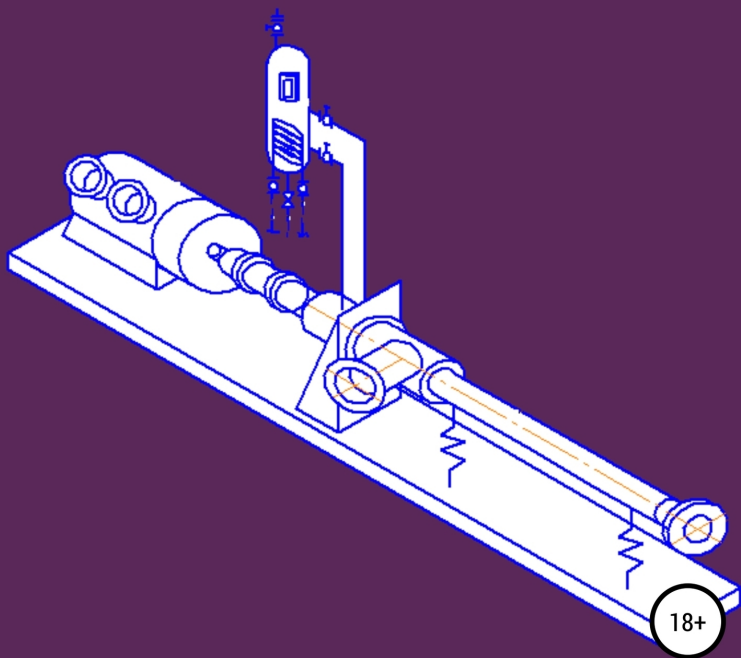


Ефанов К.В.

Теория расчета нефтяных центробежных насосов



18+

Константин Владимирович Ефанов
Теория расчета нефтяных
центробежных насосов

*http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=51672827
SelfPub; 2020*

Аннотация

Монографии по теории расчета проточной части насосов является современной междисциплинарной работой.

Содержание

Введение	4
1 О построении проточной части	6
2 Струйная теория Эйлера и расчет проточной части	8
2.1 О корректности разделения потока на элементарные струйки	10
2.2 Поверхности тока на лопастях колеса (импеллера) насоса	12
2.3 Определение напора колеса (импеллера) по формуле Эйлера	13
Конец ознакомительного фрагмента.	14

Введение

В настоящее время в течении длительного периода с 1990 года, новые книги по расчету и проектированию насосов не издавались. Разными авторами были написаны отдельные диссертационные работы, пособия для обучения, но не монографии по теории. Методы расчета, изложенные в существующих книгах, изданных до 1990 года, основаны на струйной теории Эйлера и являются устаревшими. В настоящее время для расчета проточной части насосов применяют специальные программные пакеты.

Проблема расчета насосов охватывает устаревшие подходы расчета по формулам, полученным их струйной теории Эйлера; подходы вычислительной гидродинамики к расчету турбулентного течения; вопросы применения программных пакетов для расчета проточной части. В существующей литературе по насосному оборудованию такой круг вопросов не затрагивался. В книгах по насосам приводились только формулы по теории Эйлера, в работах по вычислительной гидродинамике приводилась теория численных методов, в литературе по программным пакетам приводились примеры практического расчета без теории. Настоящая работа написана как междисциплинарная и кратко приведены все из перечисленных проблем.

Работа написана как краткая теоретическая работа, при-

водящая междисциплинарный подход к проблемам расчета проточной части насосов. Главы монографии содержат материал в критическом изложении. Для более детального и подробного ознакомления с теорией следует изучить материалы по ссылкам из раздела литературы.

Материал монографии касается нефтяных центробежных насосов, применяемых в нефтепереработке, погружных скважинных насосов нефтедобычи.

Материал будет интересен специалистам по насосостроению, технологам проектных институтов и инженерам по динамическому оборудованию нефтепереработки и нефтедобычи для углубления своих знаний по проблемам расчетов насосов.

1 О построении проточной части

Проточная часть насоса нефтепереработки строится с оптимизацией под максимальный КПД. То есть наиболее важными параметрами при проведении оптимизации проектируемого насоса являются его энергетические показатели. Для насосов, не относящихся к нефтепереработке, такими параметрами могут быть шумовые показатели и др.

Перед построением проточной части выполняется проектировочный расчет по струйной теории Эйлера, приведенной, например, в работах [1], [2], [3]. По результатам проектировочного расчета определяются параметры, являющиеся исходными данными для построения трехмерной твердотельной модели 3D-модели в специализированном программном пакете трехмерного моделирования.

Методы построения корпусов насосов существуют различные. Общим является использование инструмента поверхностей.

Образующими могут быть кривые различной формы, в том числе кривые Безье.

Результатом применения инструмента поверхностей является получение поверхностей, ограничивающих формы будущего корпуса насоса.

После построения, по полученным поверхностям формируют твердое тело корпуса насоса.

Построенная модель не является готовой для дальнейшего конструирования насоса. Модель импортируется в пакет для гидродинамического расчета течения потока внутри проточной части и анализа структуры потока. При неудовлетворительной оценке по параметру КПД, например, модель возвращается на перестроение с изменением геометрических параметров.

При удовлетворительной оценке структуры потока, модель передается на дальнейшее проектирование насоса.

2 Струйная теория Эйлера и расчет проточной части

В этом разделе первоначально рассмотрена проблема корректности применения элементарных струек, а затем их использование для расчета проточной части.

Результатом выполнения проектировочного расчета по формулам [1], [2] на основе струйной теории Эйлера является предварительное определение геометрических размеров проточной части. Затем проводится точный гидродинамический расчет численными методами вычислительной математики (на компьютере в специальных программных пакетах).

Покажем различие в подходах в физических моделях струйной теории Эйлера и в гидродинамике. Элементарные струйки вводятся в гидравлике при описании условий неразрывности потока жидкости. Элементарные струйки являются минимальным элементом потока. В гидродинамике для описания течения жидкости в произвольной точке, вокруг этой точки выделяют элементарный кубический объем, для которого составляется баланс входящей жидкости, выходящей и потерь на вязкое трение, как показано в работе академика Л.Д. Ландау [3,с.73].

В настоящее время численный расчет является проектировочным и одновременно проверочным для расчета по

струйной теории, так как параметры в 3D-модели первоначально определялись по формулам из струйной теории Эйлера.

2.1 О корректности разделения потока на элементарные струйки

По Эйлеру поток рассматривается векторным полем скоростей.

Вводится понятие линии тока [5]. Через любую произвольно взятую точку внутри потока в произвольный момент времени проходит только одна линия тока.

Движение делится на установившиеся, при котором вектор скорости в каждой точке не изменяется.

Уравнения неразрывности можно получить строго по теории Эйлера. В этом случае вводится понятие элементарной струйки. Элементарная струйка получается введением малого контура окружности и проведением через весь периметр этой окружности линий тока. В результате получится прямой или кривой цилиндр.

В элементарной струйке (трубке тока) для произведение скорости на площадь сечения (то есть взятую ранее окружность) является константой. Объем струи принимается равным единицы (единичная струйка).

Важным является то свойство, что через проточную часть насоса на основании теории проходит одинаковое количество струй, то есть по-другому их число на входе и выходе равно.

Недостатком применения теории струй является то, что не описывается состояние вокруг произвольно выбранной точки пространства.

Для такого описания в гидродинамике уже не используют элементарные струйки, а вокруг точки выделяют элементарный объем, как будет показано ниже.

Отметим различие в предметах наук гидродинамики и гидравлики. Гидродинамика входит в качестве раздела в механику сплошной среды. Уравнения гидростатики выводятся из уравнений гидродинамики. Гидравлика касается вопросов течения жидкой среды по трубам, как следует из расшифровки названия. Такое течение является практическим примером применения гидродинамики к течению по трубам. Гидродинамика является более общей наукой и не входит в состав гидравлики, как указывается в ряде книг по гидравлике (ссылки не приводим).

2.2 Поверхности тока на лопастях колеса (импеллера) насоса

Малюшенко в работе [2,с.46] отмечает, что при профилировании меридионального сечения рабочего колеса (импеллера) насоса необходимо закладывать в геометрию равные площади проходных сечений по длине лопасти.

Поток жидкости, поступающий на рабочее колесо насоса, разбивается на элементарные струйки круглого сечения. Соседние струйки сопряжены по линии касания. Такое течение жидкости по лопатке является плоским током. Лопасти колеса при вращении деформируют плоский ток. Такое допущение обеспечивает равную скорость струек потока в меридиональном сечении [2,с.52].

Число линий тока зависит от точности расчета и ширина лопасти насоса. В меридиональном сечении рабочего колеса (импеллера) стенки наружную и внутреннюю поверхности линий тока. Между этими линиями строятся промежуточные линии тока. Проекции поверхностей линий тока в меридиональной плоскости проецируются в линии тока вдоль лопасти.

2.3 Определение напора колеса (импеллера) по формуле Эйлера

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.