

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

Кафедра «Вагоны»

В. Ф. РАЗОН

**РАСЧЕТ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ОБМЫВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**Учебно-методическое пособие
по курсовому и дипломному проектированию**

Гомель 2017

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Вагоны»

В. Ф. РАЗОН

РАСЧЕТ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ОБМЫВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Одобрено советом механического факультета
в качестве учебно-методического пособия по курсовому
и дипломному проектированию для студентов специальности
1-37 02 02 «Подвижной состав железнодорожного транспорта»*

Гомель 2017

УДК 556.566
ББК 30.123
Р17

Р е ц е н з е н т – доцент кафедры «Экология и энергоэффективность в техносфере» канд. техн. наук, доцент *Р.Н. Вострова* (УО «БелГУТ»)

Разон, В. Ф.

Р17 Расчет гидравлических систем обмывочных устройств производственного назначения : учеб.-метод. пособие по курсовому и дипломному проектированию / В. Ф. Разон ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 32 с.
ISBN 978-985-554-608-6

Рассмотрены вопросы расчета основных параметров гидравлических систем устройств для наружной обмывки железнодорожного подвижного состава, автомобильной техники и электрического городского транспорта с использованием персональной ЭВМ и табличного процессора Microsoft Excel, подбора технических устройств, входящих в состав обмывочных устройств, из стандартного ряда. Приведен пример расчета.

Предназначено для студентов специальности «Подвижной состав железнодорожного транспорта», изучающих учебные дисциплины «Автоматизация производственных процессов изготовления и ремонта вагонов», «Основы автоматики и автоматизация производственных процессов». Может быть также использовано студентами других специальностей, изучающих учебные дисциплины, связанные с решением вопросов автоматизации производства.

УДК 556.566
ББК 30.123

ISBN 978-985-554-608-6

© Разон В. Ф., 2017
© Оформление. УО «БелГУТ», 2017

1 НАЗНАЧЕНИЕ И КОНСТРУКЦИЯ ОБМЫВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

Механизация наружной очистки и обмывки ремонтируемых и обслуживаемых вагонов, локомотивов, железнодорожных путеремонтных машин, автомобильной техники, подвижного состава городского электрического транспорта, а также из частей, призвана обеспечить сокращение трудоемкости выполняемых работ, способствует повышению качества и улучшению санитарно-гигиенических условий труда.

Из всех способов очистки и обмывки в ремонтном производстве и в обслуживании наибольшее распространение получил химический метод в механизированных моечных машинах струйного типа. В них осуществляется химическое разрушение старой краски, отложений ржавчины и засохшей грязи растворами щелочей в сочетании с ударным воздействием струи моющей жидкости, подаваемой на обмываемый объект под большим давлением.

В общем случае моечная машина представляет собой ряд последовательно расположенных обмывочных зон (обмывочных камер), в которых объекты обливают струями обмывочного раствора и воды, подаваемых насосами по трубам к соплам обмывочного коллектора под избыточным давлением. Обмывочные растворы и вода могут быть подогреты до температуры от 40–60 °С. Перемещение обмываемых объектов через все камеры машины осуществляется с применением транспортных устройств различного типа.

В зависимости от уровня загрязненности объектов число обмывочных камер может быть от одной до четырех. В однокамерных машинах предусматривают последовательную подачу в один и тот же коллектор сначала обмывочного раствора, а затем воды.

Упрощенная конструктивная схема (без очистных устройств) однокамерной моечной машины представлена на рисунке 1. Аналогичную схему имеет каждая камера многокамерной моечной машины. Отличие состоит в том, что в многокамерных машинах в трубопроводе отсутствует распределитель, так как каждая камера имеет отдельную насосную установку.

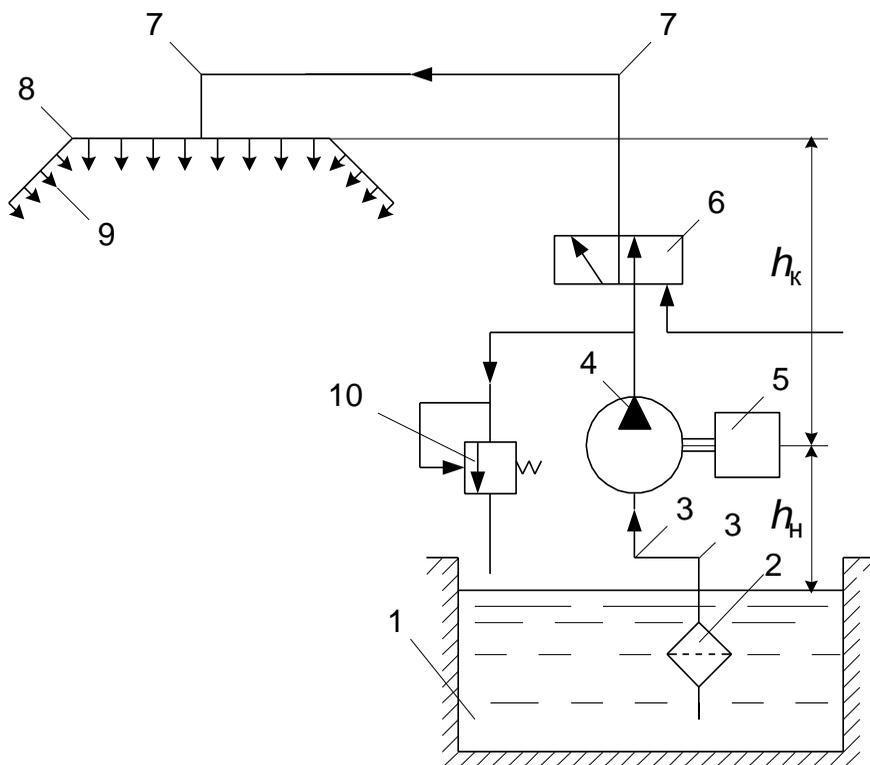


Рисунок 1 – Конструктивная схема обмывочной установки:

1 – накопительный резервуар с обмывочной жидкостью; 2 – фильтр; 3 – колено всасывающего трубопровода; 4 – насос; 5 – электродвигатель насоса; 6 – распределитель; 7 – колено нагнетательного трубопровода; 8 – обмывочный коллектор душевой системы; 9 – обмывочные сопла; 10 – предохранительный клапан; h_n – высота центральной линии насоса над уровнем обмывочной жидкости в накопительном резервуаре; h_k – высота обмывочного коллектора над центральной линией насоса

Моечные машины бывают со стационарными и подвижными моечными устройствами. Последние более производительны.

По степени использования воды машины могут быть с однократным и многократным использованием. Машины с однократным использованием конструктивно проще, но расход воды в них намного больше.

В машинах с многократным использованием обмывочной жидкости предусматриваются специальные очистные сооружения и восстановительные устройства, обеспечивающие возможность повторного использования воды. Такие установки более экономичны, так как расходуется значительно меньше воды на обмывку и энергии на ее подогрев.

2 ВЫБОР ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБМЫВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

Для расчета гидравлических систем обмывочных устройств необходимы следующие исходные данные:

N – количество обмывочных сопел в душевой системе. Зависит от конструкции обмывочной установки. Чем больше размеры объекта обмывки и соответственно больше размеры душевой системы, тем больше число обмывочных сопел;

D – диаметр сопла душевой системы, мм. В большинстве случаев выбирают в пределах от 3 до 10 мм. Чем больше размеры объекта обмывки, тем больше диаметр обмывочных сопел;

P – давление обмывочной жидкости на выходе из обмывочного сопла, МПа. Составляет от 0,1 до 1 МПа (от 1 до 10 атмосфер, или от 10 до 100 м водяного столба) и прямо пропорционально уровню загрязненности и размерам обмываемого объекта;

ρ – плотность обмывочной жидкости, кг/м³. Составляет от 1000 до 1030 кг/м³. Меньшее значение соответствует чистой воде, большее – специальным обмывочным жидкостям (раствору каустической соды и т. п.);

k – коэффициент запаса подачи насоса. Выбирается в пределах от 1,1 до 1,3;

μ – коэффициент расхода обмывочной жидкости. Составляет от 0,45 до 0,9 и зависит от конструкции обмывочных сопел душевой системы;

i – коэффициент запаса объема накопительного резервуара для обмывочной жидкости. Задается в пределах от 1,1 до 1,3;

t – продолжительность обмывки, мин. Обычно находится в пределах от 1 до 10 минут и зависит от размеров и степени загрязнения объектов обмывки;

v_B – скорость течения жидкости во всасывающем трубопроводе, м/с. Составляет от 1 до 2 м/с;

v_H – скорость течения жидкости в нагнетательном трубопроводе, м/с. Выбирается в пределах от 3 до 7 м/с;

l_B – длина всасывающего трубопровода, м. Определяется конструкцией обмывочной машины, обычно находится в пределах от 1 до 15 м;

l_H – длина нагнетательного трубопровода, м. Зависит от конструкции обмывочной машины, обычно находится в пределах от 2 до 20 м;

ξ_{ϕ} – коэффициент сопротивления фильтра во всасывающем трубопроводе. Находится в пределах от 5 до 10;

$n_{к.в}$ – количество колен во всасывающем трубопроводе (изгибов всасывающего трубопровода на пути от накопительного резервуара до насоса). Зависит от конструкции обмывочной машины, но не может быть меньше 1 и обычно не превышает 4;

$\xi_{к.в}$ – коэффициент сопротивления колена во всасывающем трубопроводе. Составляет от 0,2 до 0,4 в зависимости от конструкции колена;

n_p – количество распределителей в нагнетательном трубопроводе. Определяется конструкцией обмывочной установки. Если в душевую систему подают только один вид обмывочной жидкости, то распределители отсутствуют. Если поочередно подают два вида обмывочной жидкости, например, воду и раствор каустической соды, то устанавливается один распределитель, который поочередно **подключает душевую систему к соответствующим насосам;**

ξ_p – коэффициент сопротивления распределителя в нагнетательном трубопроводе. Составляет от 5 до 7;

$n_{к.н}$ – количество колен в нагнетательном трубопроводе (изгибов нагнетательного трубопровода на пути от насоса, до самого дальнего сопла душевой системы). Зависит от конструкции обмывочной машины, но, как и для всасывающего трубопровода, не может быть меньше одного;

$\xi_{к.н}$ – коэффициент сопротивления колена в нагнетательном трубопроводе. Аналогично всасывающему трубопроводу составляет от 0,2 до 0,4 в зависимости от конструкции колена;

$\Delta_э$ – эквивалентная шероховатость внутренних стенок трубы, мм. Для стальных труб составляет от 0,1 до 0,5 мм в зависимости от срока эксплуатации. Чем больше срок эксплуатации, тем больше шероховатость из-за коррозии и отложений на стенках трубы.

h_n – высота центральной линии насоса над уровнем обмывочной жидкости в накопительном резервуаре, м. Определяется конструкцией обмывочной машины. Обычно составляет от 0,5 до 2 м, но не может быть больше длины всасывающего трубопровода;

h_k – максимальная высота душевой системы обмывочного коллектора над центральной линией насоса, м. Зависит от конструкции обмывочной машины. Обычно составляет от 0,5 до 6 м, но не может быть больше длины нагнетательного трубопровода.

ν – коэффициент кинематической вязкости обмывочной жидкости, м²/с. Для холодной воды при температуре 10 °С $\nu = 1,306 \cdot 10^{-6}$ м²/с, для холодной воды при температуре 20 °С $\nu = 1,006 \cdot 10^{-6}$ м²/с, для подогретой до 40 °С воды $\nu = 0,659 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

3 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБМЫВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

Расчет гидравлической системы обмывочной установки выполняется следующим образом.

Определяется суммарная площадь отверстий сопел душевой системы, м²:

$$F = N \frac{\pi D^2}{4 \cdot 1000000}, \quad (1)$$

где D – диаметр сопла душевой системы, мм;
 N – количество обмывочных сопел в душевой системе обмывочной установки;
 1000000 – коэффициент перевода площади из квадратных миллиметров в квадратные метры.

Вычисляется величина напора, которую должен создавать насос на выходе обмывочной жидкости из сопла, м:

$$H = 101,94P \frac{\rho}{\rho_{\text{в}}}, \quad (2)$$

где 101,94 – коэффициент перевода величины давления (напора) обмывочной жидкости из мегапаскалей в метры водяного столба;

P – давление обмывочной жидкости на выходе из обмывочного сопла, МПа;

ρ – плотность обмывочной жидкости, кг/м³;

$\rho_{\text{в}}$ – плотность воды, $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³.

Определяется расчетная подача насоса, м³/ч:

$$Q_{\text{н}} = 3600kF\mu\sqrt{2gH}, \quad (3)$$

где 3600 – коэффициент перевода показателя времени из секунд в часы;

k – коэффициент запаса подачи насоса;

μ – коэффициент расхода жидкости.

Рассчитывается необходимый объем резервуара для обмывочной жидкости, м³:

$$V = \frac{iQ_{\text{н}}t}{60}, \quad (4)$$

где i – коэффициент запаса объема накопительного резервуара для обмывочной жидкости;

t – продолжительность обмывки, мин;

60 – коэффициент перевода времени обмывки из минут в часы.

Вычисляется внутренний диаметр трубопроводов, мм:

– всасывающего

$$d_B = 1000 \sqrt{\frac{4Q_H}{3600\pi v_B}}; \quad (5)$$

– нагнетательного

$$d_H = 1000 \sqrt{\frac{4Q_H}{3600\pi v_H}}, \quad (6)$$

где 1000 – коэффициент перевода диаметра из метров в миллиметры;

v_B – скорость течения жидкости во всасывающем трубопроводе, м/с;

v_H – скорость течения жидкости в нагнетательном трубопроводе, м/с.

Рассчитывается потеря давления в трубопроводах, МПа:

– всасывающем

$$\Delta P_B = \frac{\rho v_B^2}{1000000 \cdot 2} (\xi_{\phi} + \xi_{к.в} n_{к.в} + \xi_{т.в}); \quad (7)$$

– нагнетательном

$$\Delta P_H = \frac{\rho v_H^2}{1000000 \cdot 2} (\xi_{р} + \xi_{к.н} n_{к.н} + \xi_{т.н}); \quad (8)$$

где ξ_{ϕ} – коэффициент сопротивления фильтра во всасывающем трубопроводе;

$\xi_{к.в}$ – коэффициент сопротивления колена во всасывающем трубопроводе;

$n_{к.в}$ – количество колен во всасывающем трубопроводе;

$\xi_{т.в}$ – коэффициент сопротивления по длине всасывающего трубопровода;

$\xi_{р}$ – коэффициент сопротивления распределителя в нагнетательном трубопроводе;

$\xi_{к.н}$ – коэффициент сопротивления колена в нагнетательном трубопроводе;

$n_{к.н}$ – количество колен во всасывающем трубопроводе;

$\xi_{т.н}$ – коэффициент сопротивления по длине нагнетательного трубопровода.

Коэффициенты, учитывающие потери давления по длине трубопроводов, рассчитываются по формулам:

– всасывающего

$$\xi_{т.в} = \frac{\lambda_{в} l_{в}}{d_{в}}; \quad (9)$$

– нагнетательного

$$\xi_{т.н} = \frac{\lambda_{н} l_{н}}{d_{н}}, \quad (10)$$

где $\lambda_{в}$ – коэффициент, зависящий от режима течения жидкости во всасывающем трубопроводе;

$l_{в}$ – длина всасывающего трубопровода, м;

$\lambda_{н}$ – коэффициент, зависящий от режима течения жидкости в нагнетательном трубопроводе;

$l_{н}$ – длина нагнетательного трубопровода, м.

Величины $\lambda_{в}$ и $\lambda_{н}$ определяются в зависимости от числа Рейнольдса Re , которое рассчитывается по формулам:

– для всасывающего трубопровода

$$Re_{в} = \frac{v_{в} d_{в}}{\nu}; \quad (11)$$

– для нагнетательного трубопровода

$$Re_{н} = \frac{v_{н} d_{н}}{\nu}, \quad (12)$$

где ν – коэффициент кинематической вязкости обмывочной жидкости, $\text{м}^2/\text{с}$. Для холодной воды при температуре 10°C $\nu = 1,306 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, для холодной воды при температуре 20°C $\nu = 1,006 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, для подогретой до 40°C воды $\nu = 0,659 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

Для ламинарного режима течения жидкости в трубопроводе, когда $Re < 2320$,

$$\lambda_B = \frac{64}{\text{Re}_B}; \quad (13)$$

$$\lambda_H = \frac{64}{\text{Re}_H}. \quad (14)$$

Для турбулентного режима течения жидкости в трубопроводе, когда $\text{Re} > 2320$,

$$\lambda_B = 0,11 \cdot 4 \sqrt{\frac{\Delta_3}{d_B} + \frac{64}{\text{Re}_B}}; \quad (15)$$

$$\lambda_H = 0,11 \cdot 4 \sqrt{\frac{\Delta_3}{d_H} + \frac{64}{\text{Re}_H}}, \quad (16)$$

где Δ_3 – эквивалентная шероховатость внутренних стенок трубы, мм.

Определяется величина напора (давления), который должен развивать насос, м,

$$H_H = 101,94 (\Delta P_B + \Delta P_H) + H + h_H + h_K, \quad (17)$$

где 101,94 – коэффициент перевода величины давления (напора) из мегапаскалей в метры водяного столба;

H – напор (давление) жидкости на выходе из обмывочного сопла, м;

h_H – высота центральной линии насоса над уровнем обмывочной жидкости в накопительном резервуаре, м;

h_K – максимальная высота душевой системы обмывочного коллектора над центральной линии насоса, м.

Потребляемая мощность насоса

$$M = \frac{9810 H_H Q_H}{1000 \cdot 3600 \eta}, \quad (18)$$

где 9810 – коэффициент перевода давления из метров водяного столба в паскали;

1000 – коэффициент перевода мощности из ватт в киловатты;

3600 – коэффициент перевода показателя времени из часов в секунды;

η – коэффициент полезного действия насоса.

С учетом рассчитанных значений подачи насоса Q_H и давления P_H по справочным данным подбирают насос. Параметры выбранного насоса должны совпадать с расчетными или превышать их на минимально возможную величину.

По потребляемой мощности насоса и частоте вращения его рабочего колеса подбирают электродвигатель. Мощность выбранного двигателя должна быть равной или превышать мощность насоса на минимально возможную величину. Частота вращения двигателя должна быть как можно ближе к частоте вращения насоса.

Подбором насоса и электродвигателя расчет гидравлической системы обмывочной установки заканчивается.

4 ИНСТРУКЦИЯ ПО РАСЧЕТУ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБМЫВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ НА ПЭВМ

Для выполнения расчета необходимо с использованием стандартных процедур запустить приложение **Microsoft Excel** и загрузить программу **prmu.xls** (prmu – аббревиатура латинскими буквами наименования «программа расчета обмывочного устройства», xls – расширение имен файлов табличного процессора Microsoft Excel). Текст программы prmu.xls приведен в приложении Г.

После загрузки программы на дисплее компьютера появится таблица, состоящая из трех частей, выделенных различным цветом.

Таблица имеет три колонки. В первой указано наименование расчетного параметра, во второй – его размерность, в третьей – величина.

Первая часть таблицы выделена зеленым цветом и содержит исходные данные для расчета в той последовательности, в которой они рассмотрены в разд. 2, а именно в колонках:

- «Наименование» указаны наименования исходных данных и диапазон их рекомендуемых значений;
- «Размерность» приведена размерность исходных данных, в которой они должны быть представлены в таблице;
- «Значение» имеются *не выделенные цветом окна*, в которые вводят числовые значения исходных данных для расчета.

Общее требование к исходным данным: они *должны быть неотрицательными и находится в пределах рекомендуемых значений.*

Вторая часть таблицы выделена синим цветом и содержит расчет гидравлической системы обмывочного устройства. Назначение колонок несколько отличается от первой части таблицы, а именно в колонках:

– «Наименование» указаны наименования рассчитываемых параметров;

– «Значение» показаны значения параметров элементов гидравлической системы, полученные в ходе расчета, и имеются *не выделенные цветом окна*, в которые необходимо вводить стандартные значения этих параметров из справочных таблиц.

Третья часть таблицы цветом не выделена. Она содержит повторение исходных данных и результатов расчета из первых двух частей таблицы. *Ее назначение – создание удобной формы для вывода информации на печать.* Эту часть таблицы можно скопировать с помощью стандартных процедур в документ **Microsoft Word**.

Первая часть расчетной таблицы, выделенная зеленым цветом, состоит из сорока шести пунктов, двадцать три из которых предназначены для ввода исходных данных (пп. 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 45) и двадцать три – для проверки их значений (пп. 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46).

В этой части таблицы проверяется значение *всех вводимых исходных данных* на возможность использования в расчетах.

В том случае, *когда проверяемые значения находятся в допустимых пределах*, в соответствующих пунктах таблицы выводится сообщение «значения в норме». *При недопустимом сочетании* величины исходных данных выдается соответствующее сообщение с указанием, к какому пункту таблицы необходимо вернуться для исправления ошибки.

Вторая часть расчетной таблицы выделена синим цветом и содержит непосредственно расчет гидравлической системы обмывочного устройства. Эта часть таблицы имеет двадцать пунктов, семнадцать из которых содержат непосредственно расчет (пп. 47–50, 52–58, 60–63, 65, 66), а три предназначены для проверки вводимых данных (пп. 51, 59, 64).

В п. 47 выполняется расчет суммарной площади отверстий сопел душевой системы по формуле (1).

В п. 48 вычисляется величина напора обмывочной жидкости на выходе из обмывочного сопла по формуле (2).

В п. 49 определяется расчетная подача насоса по формуле (3).

В п. 50 вычисляется внутренний диаметр всасывающего и нагнетательного трубопроводов по формулам (5) и (6), а затем выполняется выбор стандартных диаметров трубопроводов по ГОСТу из приложения А.

В п. 51 производится проверка выбранных по ГОСТу диаметров трубопроводов. Если диаметры выбраны правильно, то выдается соответствующее сообщение. *При неверно выбранных диаметрах* выдается сообщение «значения не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 50 таблицы». *Это сообщение требует обязательной корректировки диаметров трубопроводов.*

В п. 52 рассчитывается число (коэффициент) Рейнольдса Re для всасывающего и нагнетательного трубопроводов по формулам (11) и (12).

В п. 53 по числу Рейнольдса определяется режим течения жидкости во всасывающем и нагнетательном трубопроводах: ламинарный, или турбулентный.

В п. 54 по числу Рейнольдса рассчитывается коэффициент λ , зависящий от режима течения жидкости в трубопроводах, по формулам (13)–(16).

В п. 55 вычисляется коэффициент ξ , учитывающий потери давления по длине всасывающего и нагнетательного трубопроводов по формулам (9) и (10).

В п. 56 определяются суммарные коэффициенты, учитывающие потери давления во всасывающем и нагнетательном трубопроводах, которые указаны в скобках формул (7) и (8).

В п. 57 вычисляются потери давления во всасывающем и нагнетательном трубопроводах по формулам (7) и (8).

В п. 58 указываются рассчитанные параметры насоса: подача по формуле (3) и давление по формуле (17). Необходимо подобрать стандартный насос по ГОСТу из приложения Б. Подача и давление выбранного насоса должны быть равными расчетным значениям, или превышать их на минимально возможную величину.

В п. 59 выполняется проверка параметров выбранного насоса на соответствие расчетным значениям. Если параметры выбраны пра-

вильно, то выдается соответствующее сообщение. *При неверно выбранных параметрах* выдается сообщение «значения не соответствуют норме, необходимо вернуться к пункту 58 таблицы». *Это сообщение требует обязательной корректировки параметров выбранного насоса.*

В п. 60 необходимо указать марку (типоразмер) выбранного насоса.

В п. 61 указывают частоту вращения выбранного насоса.

В п. 62 следует указать коэффициент полезного действия выбранного насоса.

В п. 63 указываются частота вращения выбранного насоса и его потребляемая мощность, рассчитанная по формуле (18). Необходимо подобрать стандартный электродвигатель для привода насоса по ГОСТу из приложения В. Частота вращения выбранного двигателя должна быть как можно ближе к частоте вращения насоса, а его мощность – равна расчетной, или превышать ее на минимально возможную величину.

В п. 64 выполняется проверка параметров выбранного электродвигателя на соответствие расчетным значениям. Если параметры выбраны правильно, то выдается соответствующее сообщение. *При неверно выбранных параметрах* выдается сообщение «значения не соответствуют норме, необходимо вернуться к пункту 63 таблицы». *Это сообщение требует обязательной корректировки параметров выбранного электродвигателя.*

В п. 65 необходимо указать марку (типоразмер) выбранного электродвигателя.

В п. 66 рассчитывается необходимый объем резервуара для обмывочной жидкости по формуле (4).

Если все введенные данные соответствуют указанным нормам и получены сообщения, подтверждающие их верность, то *на этом расчет заканчивается.*

Третья часть расчетной таблицы цветом не выделена. Она содержит повторение исходных данных и результатов расчета из первых двух частей таблицы. *Ее назначение – создание удобной формы для вывода информации на печать.* Эту часть таблицы можно скопировать с помощью стандартных процедур в документ **Microsoft Word**.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

**Трубы стальные бесшовные горячеформированные
по ГОСТ 8732-78**

Наружный диаметр D , мм	Толщина стенки t , мм	Внутренний диаметр d , мм	Наружный диаметр D , мм	Толщина стенки t , мм	Внутренний диаметр d , мм
25	2,5	20	152	9,5	133
28	2,5	23	159	10	139
32	2,5	27	168	10	148
38	2,5	33	180	11	158
42	3	36	194	12	170
45	3	39	203	13	177
50	3	44	219	14	191
54	3	48	245	15	215
57	3,5	50	273	17	239
60	3,5	53	299	19	261
63,5	4	55,5	325	20	285
68	4	60	351	22	307
70	4,5	61	377	24	329
73	4,5	64	402	25	352
76	4,5	67	426	26	374
83	5	73	450	28	394
89	5,5	78	465	28	409
95	6	83	480	30	420
102	6,5	89	500	32	436
108	6,5	95	530	34	462
114	7	100	550	34	482
121	7,5	106	560	35	490
127	8	111	600	38	524
133	8,5	116	630	40	550
140	9	122	720	45	630
146	9	128	820	50	720

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

Насосы консольные центробежные для воды

Типоразмер	Подача Q , м ³ /ч	Напор H , м	Частота вращения n , об/мин	КПД η , %
Насосы консольные центробежные для воды по ГОСТ 22247–96				
К 8/18	6	19	2900	50
	8	18		
	12	14		
К 50-32-125	8,6	22	2900	55
	12,5	20		
	17	17		
К 20/18	10,5	22	2900	60
	20	18		
	22,5	17		
К 20/30	13	33	2900	65
	20	30		
	28	24		
К 65-50-125	14,4	22	2900	65
	25	20		
	32,4	18		
К 65-50-160	15	34	2900	60
	25	32		
	34	28		
К 45/30	28	35	2900	65
	45	30		
	58	25		
К 45/55	31	58	2900	70
	45	55		
	61	44		
К 80-65-160	32	34	2900	70
	50	32		
	68	26		
К 80-65-160А	31	29	2900	70
	45	26		
	56	21		
К 80-50-200	36	54	2900	65
	50	50		
	68	44		

Продолжение приложения Б

Типоразмер	Подача Q , м ³ /ч	Напор H , м	Частота вращения n , об/мин	КПД η , %
К 80-50-200А	29,5	44	2900	65
	45	40		
	57	36		
К 90/20	56	26	2900	70
	90	20		
	110	16		
К 90/35	67	38	2900	75
	90	35		
	112	28		
К 100-80-125	60	24	2900	67
	100	20		78
	120	16,5		74
К100-80-160	65	36	2900	73
	100	32		
	132	28		
К100-80-160А	60	30	2900	73
	90	25		
	120	20		
К100-65-200	60	56	2900	70
	100	50		
	140	42		
К100-65-200А	60	45	2900	70
	90	40		
	120	30		
К100-65-250	74	82	2900	67
	100	80		
	145	67		
К100-65-250А	60	70	2900	67
	90	65		
	120	55		
К160/30	120	34	1450	77
	160	30		
	210	24		
К150-125-250	120	21	1450	78
	200	20		
	245	18		
К150-125-315	130	35	1450	76
	200	32		
	250	27		
К 290/30	200	34	1450	78
	290	30		
	360	26		

Окончание приложения Б

Типоразмер	Подача Q , м ³ /ч	Напор H , м	Частота вращения n , об/мин	КПД η , %
К290/30А	195	27	1450	76
	250	24		
	300	20		
К 200-150-250	220	22	1450	79
	315	20		
	280	18		
К 200-150-315	230	34	1450	80
	315	32		
	370	28		
К 200-150-400	400	50	1450	81
	400	50		
	400	50		
К 200-150-400А	400	40	1450	81
	400	40		
	400	40		
Насосы консольные центробежные двухстороннего входа по ГОСТ 10272-87				
Д 200-90	200	90	2900	75
Д 250-125	250	125	2900	73
Д 315-50	315	50	2900	77
Д 315-71	315	71	2900	79
Д 200-35,5	200	35,5	1450	74
Д 500-63	500	63	1450	77
Д 630-90	630	90	1450	77
Д 630-125	630	125	1450	71
Д 800-56	800	56	1450	83
Д 1250-63	1250	63	1450	86
Д 1250-125	1250	125	1450	78
Д 1600-90	1600	90	1450	85
Д 2000-21	2000	21	980	88
Д 2000-100	2000	100	980	80
Д 2500-62	2500	62	980	88
Д 3200-33	3200	33	980	88
Д 3200-75	3200	75	980	88
Д 4000-95	4000	95	980	88
Д 5000-32	5000	32	730	88
Д 6300-27	6300	27	730	86
Д 6300-80	6300	80	730	88
Д 12500-25	12500	25	480	88

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

**Технические характеристики асинхронных электродвигателей серии А4
по ГОСТ 19523-74**

Типоразмер	Мощность, кВт	Частота, об/мин	Типоразмер	Мощность, кВт	Частота, об/мин
Синхронная частота вращения 3000 об/мин					
4AA50A2Y3	0,09	2740	4AA50B2Y3	0,12	2710
4AA56A2Y3	0,18	2800	4AA56B2Y3	0,25	2770
4AA63A2Y3	0,37	2750	4AA63B2Y3	0,55	2740
4AA71A2Y3	0,75	2840	4AA71B2Y3	1,1	2810
4A80A2Y3	1,5	2850	4A80B2Y3	2,2	2850
4A90S2Y3	3,0	2840	4A100S2Y3	4,0	2880
4A100M2Y3	5,5	2880	4A112M2Y3	7,5	2900
4A132M2Y3	11	2900	4A160S2Y3	15	2940
4A160M2Y3	18,5	2940	4A180S2Y3	22	2945
4A180M2Y3	30	2945	4A200M2Y3	37	2945
4A200S2Y3	45	2945	4A225M2Y3	55	2945
4A250S2Y3	75	2960	4A250M2Y3	90	2960
4A280S2Y3	110	2970	4A280M2Y3	132	2970
4A315S2Y3	160	2970	4A315M2Y3	200	2970
4A355S2Y3	250	2970	4A355M2Y3	315	2970
Синхронная частота вращения 1500 об/мин					
4AA50A4Y3	0,06	1380	4AA50B4Y3	0,09	1370
4AA56A4Y3	0,12	1375	4AA56B4Y3	0,18	1365
4AA63A4Y3	0,25	1380	4AA63B4Y3	0,37	1365
4A71A4Y3	0,55	1390	4A71B4Y3	0,75	1390
4A80A4Y3	1,1	1420	4A80B4Y3	1,5	1415
4A90S4Y3	2,2	1425	4A100S4Y3	3,0	1435
4A100M4Y3	4,0	1430	4A112M4Y3	5,5	1445
4A132S4Y3	7,5	1455	4A132M4Y3	11	1460
4A160S4Y3	15	1465	4A160M4Y3	18,5	1465
4A180S4Y3	22	1470	4A180M4Y3	30	1470
4A200M4Y3	37	1475	4A200S4Y3	45	1475
4A225M4Y3	55	1480	4A250S4Y3	75	1480
4A250M4Y3	90	1480	4A250M4Y3	90	1480
4A280S4Y3	110	1470	4A280M4Y3	132	1480

Окончание приложения В

Типоразмер	Мощность, кВт	Частота, об/мин	Типоразмер	Мощность, кВт	Частота, об/мин
4A315S4Y3	160	1480	4A315M4Y3	200	1480
4A355S4Y3	250	1485	4A355M4Y3	315	1485
Синхронная частота вращения 1000 об/мин					
4AA63A6Y3	0,18	885	4AA63B6Y3	0,25	890
4A71A6Y3	0,37	910	4A71B6Y3	0,55	900
4A80A6Y3	0,75	915	4A80B6Y3	1,1	920
4A90S6Y3	1,5	935	4A100S6Y3	2,2	950
4A112MA6Y3	3,0	955	4A112MB6Y3	4,0	950
4A132S6Y3	5,5	965	4A132M6Y3	7,5	975
4A160S6Y3	11	975	4A160M6Y3	15	975
4A180M6Y3	18,5	975	4A200M6Y3	22	975
4A200S6Y3	30	980	4A225M6Y3	37	980
4A250S6Y3	45	985	4A250M6Y3	55	985
4A280S6Y3	75	985	4A280M6Y3	90	985
4A315S6Y3	110	985	4A315M6Y3	132	985
4A355S6Y3	160	985	4A355M6Y3	200	985
Синхронная частота вращения 750 об/мин					
4A71B8Y3	0,25	680	4A80A8Y3	0,37	675
4A80B8Y3	0,55	700	4A90S8Y3	0,75	700
4A90SB8Y3	1,1	700	4A100S8Y3	1,5	700
4A112MA8Y3	2,2	700	4A112MB8Y3	3,0	700
4A132S8Y3	4,0	720	4A132M8Y3	5,5	720
4A160S8Y3	7,5	730	4A160M8Y3	11	730
4A180M8Y3	15	730	4A200M8Y3	18,5	735
4A200S8Y3	22	730	4A225M8Y3	30	735
4A250S8Y3	37	735	4A250M8Y3	45	740
4A280S8Y3	55	735	4A280M8Y3	75	735
4A315S8Y3	90	740	4A350M8Y3	110	740
4A355S8Y3	132	740	4A355M8Y3	160	740
Синхронная частота вращения 600 об/мин					
4A250S10Y3	22	590	4A250M10Y3	30	590
4A280S10Y3	37	590	4A280M10Y3	45	590
4A315S10Y3	55	590	4A315M10Y3	75	590
4A355S10Y3	90	590	4A355M10Y3	110	590
Синхронная частота вращения 500 об/мин					
4A315S12Y3	45	490	4A315M12Y3	55	490
4A355S12Y3	75	490	4A355M12Y3	90	495

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **ГОСТ 8732-78** Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент. – Введ. 01.01.79. – М. : Изд-во стандартов, 1998. – 10 с.
- 2 **ГОСТ 22247-96** Насосы консольные центробежные для воды. Основные параметры и размеры. Требования безопасности. Методы контроля. – Введ. 01.01.97. – М. : Изд-во стандартов, 1996. – 16 с.
- 3 **ГОСТ 10272-87** Насосы центробежные двухстороннего входа. Основные параметры. – Введ. 01.01.89. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 13 с.
- 4 **ГОСТ 19523-74** Двигатели трехфазные асинхронные короткозамкнутые серии 4А мощностью от 0,06 до 400 кВт. Общие технические условия. – Введ. 01.01.75. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 39 с.
- 5 **Разон, В. Ф.** Применение ЭВМ для проектирования приводов средств механизации и автоматизации производственных процессов. – Ч. 4: Обмывочные устройства : метод. указания по курс. и дипл. проектированию для студентов специальности «Вагоны» / В. Ф. Разон, В. В. Пигунов. – Гомель : БелИИЖТ, 1991. – 28 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Назначение и конструкция обмывочных устройств.....	3
2 Выбор исходных данных для расчета гидравлических систем обмывочных устройств.....	5
3 Методика расчета гидравлических систем обмывочных устройств	7
4 Инструкция по расчету гидравлических систем обмывочных устройств на ПЭВМ	12
Приложение А Трубы стальные бесшовные горячеформированные по ГОСТ 8732-78	16
Приложение Б Насосы консольные центробежные для воды	17
Приложение В Технические характеристики асинхронных электродвигателей серии А4 по ГОСТ 19523-74.....	20
Приложение Г Текст таблицы prmu.xls.....	23
Список литературы.....	31

Учебное издание

РАЗОН Владимир Федорович

РАСЧЕТ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБМЫВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Учебно-методическое пособие
по курсовому и дипломному проектированию

Редактор *Т. М. Марунякв*

Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Подписано в печать 20.03.2017 г. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,58. Тираж 100 экз.
Зак. № . Изд. № 139

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014.
№ 2/104 от 01.04.2014.
Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

Текст таблицы prmu.xls

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	РАЗОН ВЛАДИМИР ФЕДОРОВИЧ, Кафедра "Вагоны", БелГУТ										
2	Расчет гидравлической системы обмывочных устройств										
3	средств механизации трудоемких производственных процессов										
4	Часть 1. Исходные данные										
5	Наименование							Размерность	Значение		
6	1. Количество обмывочных сопел в душевой системе							-			
7	(диапазон рекомендуемых значений 1–50)								10		
8	2. Проверка количества сопел в душевой системе										
9	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J7>=1; J7<=50); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 1 таблицы")									
10	3. Диаметр сопла душевой системы							мм			
11	(диапазон рекомендуемых значений 3–10 мм)								5		
12	4. Проверка диаметра сопла душевой системы										
13	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J11>=3; J11<=10); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 3 таблицы")									
14	5. Давление обмывочной жидкости на выходе из обмывочного сопла							МПа			
15	(диапазон рекомендуемых значений 0,1–0,65 МПа)								0,5		
16	6. Проверка давления обмывочной жидкости на выходе из обмывочного сопла										
17	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J15>=0,1; J15<=0,65); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 5 таблицы")									
18	7. Плотность обмывочной жидкости							кг/м ³			
19	(диапазон рекомендуемых значений 1000–1030 кг/м ³)								1000		
20	8. Проверка плотности обмывочной жидкости										
21	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J19>=1000; J19<=1030); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 7 таблицы")									
22	9. Коэффициент запаса подачи насоса							-			
23	(диапазон рекомендуемых значений 1,1–1,3)								1,2		
24	10. Проверка коэффициента запаса подачи насоса										
25	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J23>=1,1; J23<=1,3); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 9 таблицы")									

26	11. Коэффициент расхода обмывочной жидкости		–	
27	(диапазон рекомендуемых значений 0,45–0,9)			0,5
28	12. Проверка коэффициента расхода обмывочной жидкости			
29	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J27>=0,45; J27<=0,9); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 11 таблицы")		
30	13. Коэффициент запаса объема резервуара обмывочной жидкости		–	
31	(диапазон рекомендуемых значений 1,1–1,3)			1,1
32	14. Проверка коэффициента запаса объема резервуара обмывочной жидкости			
33	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J31>=1,1; J31<=1,3); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 13 таблицы")		
34	15. Продолжительность обмывки		мин	
35	(диапазон рекомендуемых значений 1–10 мин)			2
36	16. Проверка продолжительности обмывки			
37	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J35>=1; J35<=10); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 15 таблицы")		
38	17. Скорость течения жидкости во всасывающем трубопроводе		м/с	
39	(диапазон рекомендуемых значений 1–2 м/с)			1,0
40	18. Проверка скорости течения жидкости во всасывающем трубопроводе			
41	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J39>=1; J39<=2); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 17 таблицы")		
42	19. Скорость течения жидкости в нагнетательном трубопроводе		м/с	
43	(диапазон рекомендуемых значений 3–7 м/с)			4,0
44	20. Проверка скорости течения жидкости в нагнетательном трубопроводе			
45	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J43>=3; J43<=7); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 19 таблицы")		
46	21. Длина всасывающего трубопровода		м	
47	(диапазон рекомендуемых значений 1–15 м)			3,0
48	22. Проверка длины всасывающего трубопровода			
49	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J47>=1; J47<=15); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 21 таблицы")		

Продолжение приложения Г

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
50	23. Длина нагнетательного трубопровода								М	
51	(диапазон рекомендуемых значений 2–20 м)									10,0
52	24. Проверка длины нагнетательного трубопровода									
53	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J51>=2; J51<=20)); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 23 таблицы")								
54	25. Коэффициент сопротивления фильтра во всасывающем трубопроводе								–	
55	(диапазон рекомендуемых значений 5–10)									5,0
56	26. Проверка коэффициента сопротивления фильтра во всасывающем трубопроводе									
57	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J55>=5; J55<=10)); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 25 таблицы")								
58	27. Количество колен во всасывающем трубопроводе								–	
59	(диапазон рекомендуемых значений 1–4)									3
60	28. Проверка количества колен во всасывающем трубопроводе									
61	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J59>=1; J59<=4)); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 27 таблицы")								
62	29. Коэффициент сопротивления колена во всасывающем трубопроводе								–	
63	(диапазон рекомендуемых значений 0,2–0,4)									0,30
64	30. Проверка коэффициента сопротивления колена во всасывающем трубопроводе									
65	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J63>=0,2; J63<=0,4)); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 29 таблицы")								
66	31. Количество распределителей в нагнетательном трубопроводе								–	
67	(диапазон рекомендуемых значений 0, или 1)									1
68	32. Проверка количества распределителей в нагнетательном трубопроводе									
69	Результат проверки	=ЕСЛИ(ИЛИ(J67=0; J67=1)); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 31 таблицы")								
70	33. Коэффициент сопротивления распределителя в нагнетательном трубопроводе								–	
71	(диапазон рекомендуемых значений 5–7)									6,0
72	34. Проверка коэффициента сопротивления распределителя в нагнетательном трубопроводе									
73	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J71>=5; J71<=7)); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 33 таблицы")								

74	35. Количество колен в нагнетательном трубопроводе		–	
75	(диапазон рекомендуемых значений 3–5)			4
76	36. Проверка количества колен в нагнетательном трубопроводе			
77	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J75>=3; J75<=5); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 35 таблицы")		
78	37. Коэффициент сопротивления колена в нагнетательном трубопроводе		–	
79	(диапазон рекомендуемых значений 0,2–0,4)			0,30
80	38. Проверка коэффициента сопротивления колена в нагнетательном трубопроводе			
81	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J79>=0,2; J79<=0,4); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 37 таблицы")		
82	39. Эквивалентная шероховатость внутренних стенок трубы		мм	
83	(диапазон рекомендуемых значений 0,1–0,5 мм)			0,2
84	40. Проверка эквивалентной шероховатости внутренних стенок трубы			
85	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J83>=0,1; J83<=0,5); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 39 таблицы")		
86	41. Высота центральной линии насоса над уровнем жидкости в накопительном резервуаре		м	
87	(диапазон рекомендуемых значений 0,5–2,0 м, но не больше длины всасывающего трубопровода)			2,0
88	42. Проверка высоты центральной линии насоса над уровнем жидкости в накопительном резервуаре			
89	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J87>=0,5; J87<=2; J87<=J47); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 41 таблицы")		
90	43. Максимальная высота душевой системы над центральной линией насоса		м	
91	(диапазон рекомендуемых значений 0,5–6,0 м, но не больше длины нагнетательного трубопровода)			6,0
92	44. Проверка высоты центральной линии насоса над уровнем жидкости в накопительном резервуаре			
93	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J91>=0,5; J91<=6; J91<=J51); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 43 таблицы")		
94	45. Коэффициент кинематической вязкости обмывочной жидкости x1 000 000		м ² /с	
95	(диапазон рекомендуемых значений: холодной воды 1,006 м ² /с; подогретой 0,659 м ² /с)			1,006
96	46. Проверка коэффициента кинематической вязкости обмывочной жидкости			
97	Результат проверки	=ЕСЛИ(ИЛИ(J95=1,006; J95=0,659); "значение в норме"; "значение не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 45 таблицы")		

Продолжение приложения Г

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
98	Часть 2. Расчет										
99	Наименование							Размерность	Значение		
100	47. Суммарная площадь отверстий обмывочных сопел душевой системы							мм ²	=J7*ПИ()*СТЕПЕНЬ(J11;2)/4		
101	48. Величина напора обмывочной жидкости на выходе из обмывочного сопла							м	=101,94*J15*J19/1000		
102	49. Расчетная подача насоса							м ³ /ч	=3600*J23*J100/1000000*J27*КОРЕНЬ(2*9,81*J101)		
103	50. Внутренний диаметр трубопроводов:							мм	=ОКРУГЛВВЕРХ(1000*КОРЕНЬ(4*J102/(3600*ПИ()*J39)); 0) 73		
104	а) всасывающего:										
105	- по расчету										
106	- выбранного по ГОСТ										
107	б) нагнетательного:										
108	- по расчету							=ОКРУГЛВВЕРХ(1000*КОРЕНЬ(4*J102/(3600*ПИ()*J43)); 0)			
109	- выбранного по ГОСТ							36			
110	51. Проверка диаметров трубопроводов										
111	Результат проверки	=ЕСЛИ(И(J106>=J105; J106<=1,35*J105; J109>=J108; J109<=1,35*J108); "значения в норме"; "значения не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 50 таблицы")									
112	52. Число (коэффициент) Рейнольдса Re:							-	=J39*J106/1000/J95*1000000 =J43*J109/1000/J95*1000000		
113	- для всасывающего трубопровода										
114	- для нагнетательного трубопровода										
115	53. Режим течения жидкости в трубопроводах:							-	=ЕСЛИ(J113<2320;"ламинарн. "; "турбулентн.") =ЕСЛИ(J114<2320;"ламинарн. "; "турбулентн.")		
116	- всасывающем										
117	- нагнетательном										
118	54. Коэффициент λ , зависящий от режима течения жидкости в трубопроводах:							-	=ЕСЛИ(J116<2320; 64/J113; 0,11*КОРЕНЬ(КОРЕНЬ(J83/J106+64/J113))) =ЕСЛИ(J116<2320; 64/J114; 0,11*КОРЕНЬ(КОРЕНЬ(J83/J109+64/J114)))		
119	- всасывающем										
120	- нагнетательном										

121	55. Коэффициент ξ , учитывающий потери давления по длине трубопроводов:	–	
122	- всасывающего		$=J119*J47/(J106/1000)$
123	- нагнетательного		$=J120*J51/(J109/1000)$
124	56. Суммарный коэффициент, учитывающий потери давления в трубопроводах:	–	
125	- всасывающем		$=J55+J63*J59+J122$
126	- нагнетательном		$=J67*J71+J79*J75+J123$
127	57. Потери давления в трубопроводах:	МПа	
128	- всасывающем		$=J19*J39*J39/(1000000*2)*J125$
129	- нагнетательном		$=J19*J43*J43/(1000000*2)*J126$
130	58. Расчетные параметры насоса:		
131	- подача	м ³ /ч	$=J102$
132	- напор (давление)	м	$=J87+J91+J101+(J128+J129)$ $*101,94$
133	Укажите параметры выбранного насоса по ГОСТ:у		
134	- подача	м ³ /ч	74
135	- напор (давление)	м	82
136	59. Проверка параметров насоса		
137	Результат проверки	$=ЕСЛИ(И(J134>=J131; J135>=J132); "значения в норме"; "значения не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 58 таблицы")$	
138	60. Укажите типоразмер выбранного насоса	–	К 100-65-250
139	61. Укажите частоту вращения выбранного насоса	об/мин	2900
140	62. Укажите коэффициент полезного действия выбранного насоса	%	67
141	63. Параметры насоса:		
142	- частота вращения	об/мин	$=J139$
143	- потребляемая мощность	кВт	$=9810*J134*J135/1000/3600/J14$ $0*100$
144	Укажите параметры выбранного электродвигателя по ГОСТ:		
145	- частота вращения (должна соответствовать частоте вращения насоса)	об/мин	2945
146	- мощность (должна быть равна, или незначительно превышать мощность насоса)	кВт	30
147	64. Проверка параметров электродвигателя		
148	Результат проверки	$=ЕСЛИ(И(J145>=J142*0,95; J145<=J142*1,05; J146>=J143); "значения в норме"; "значения не соответствует норме, необходимо вернуться к пункту 63 таблицы")$	

Продолжение приложения Г

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
149	65. Укажите типоразмер выбранного электродвигателя								–	4A180M2Y3	
150	66. Объем резервуара для обмывочной жидкости								м ³ /ч	=ОКРУГЛВВЕРХ(J31*J134*J35/60; 1)	
151	Часть 3. Информация для вывода на печать и формирования отчета										
152	Расчет гидравлической системы обмывочных устройств средств механизации трудоемких производственных процессов										
153											
154											
155											
156											
157	Исходные данные										
158	Наименование показателя						Размерность	Значение			
159	1. Количество обмывочных сопел в душевой системе						–	=J7			
160	2. Диаметр сопла душевой системы						мм	=J11			
161	3. Давление обмывочной жидкости						МПа	=J15			
162	на выходе из обмывочного сопла										
163	4. Плотность обмывочной жидкости						кг/м ³	=J19			
164	5. Коэффициент запаса подачи насоса						–	=J23			
165	6. Коэффициент расхода обмывочной жидкости						–	=J27			
166	7. Коэффициент запаса объема резервуара						–	=J31			
167	обмывочной жидкости										
168	8. Продолжительность обмывки						мин	=J35			
169	9. Скорость течения жидкости в трубопроводах:						м/с	=J39			
170	- всасывающем										
171	- нагнетательном										=J43
172	10. Длина трубопроводов:						м	=J47			
173	- всасывающего										
174	- нагнетательного										=J51
175	11. Коэффициенты сопротивления:						–	=J55			
176	- фильтра во всасывающем трубопроводе										
177	- колена во всасывающем трубопроводе										=J63
178	- распределителя в нагнетательном трубопроводе										=J71
179	- колена в нагнетательном трубопроводе										=J79

180	12. Количество:	–	
181	- колен во всасывающем трубопроводе		=J59
182	- распределителей в нагнетательном трубопроводе		=J67
183	- колен в нагнетательном трубопроводе		=J75
184	13. Эквивалентная шероховатость внутренних стенок трубы	мм	=J83
185	14. Высота центральной линии насоса		
186	над уровнем жидкости в накопительном резервуаре	м	=J87
187	15. Максимальная высота душевой системы		
188	над центральной линией насоса	м	=J91
189	16. Коэффициент кинематической вязкости		
190	обмывочной жидкости $\times 1\ 000\ 000$	м ² /с	=J95
191	Результаты расчета		
192			
193			
194	Наименование показателя	Размерность	Значение
195	1. Суммарная площадь отверстий обмывочных сопел		
196	душевой системы:	мм ²	=J100
197	2. Величина напора обмывочной жидкости		
198	на выходе из обмывочного сопла	м	=J101
199	3. Диаметр трубопроводов:	мм	
200	а) всасывающего:		
201	- по расчету		=J105
202	- выбранного по ГОСТу		=J106
203	б) нагнетательного:		
204	- по расчету		=J108
205	- выбранного по ГОСТу		=J109
206			
207			
208	4. Число (коэффициент) Рейнольдса Re:	–	
209	- для всасывающего трубопровода		=J113
210	- для нагнетательного трубопровода		=J114

Окончание приложения Г

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
211	5. Режим течения жидкости в трубопроводах:						-				
212	- всасывающем								=J116		
213	- нагнетательном								=J117		
214	6. Коэффициент λ в трубопроводах:						-				
215	- всасывающем								=J119		
216	- нагнетательном								=J120		
217	7. Коэффициент ξ потерь давления по длине трубопроводов:						-				
218	- всасывающего								=J122		
219	- нагнетательного								=J123		
220	8. Суммарный коэффициент потерь давления в трубопроводах:						-				
221	- всасывающем								=J125		
222	- нагнетательном								=J126		
223	9. Потери давления в трубопроводах:						МПа				
224	- всасывающем								=J128		
225	- нагнетательном								=J129		
226	10. Параметры насоса:										
227	а) расчетные:										
228	- подача						м ³ /ч		=J131		
229	- напор (давление)						м		=J132		
230	б) выбранного насоса										
231	- подача						м ³ /ч		=J134		
232	- напор (давление)						м		=J135		
233	- частота вращения						об/мин		=J139		
234	- марка						-		=J138		
235	11. Параметры электродвигателя:										
236	а) расчетные:										
237	- частота вращения						об/мин		=J142		
238	- мощность						кВт		=J143		
239	б) выбранного двигателя										
240	- частота вращения						об/мин		=J145		
241	- мощность						кВт		=J146		
242	- типоразмер						-		=J149		
243	12. Объем резервуара для обмывочной жидкости						м ³		=J150		

