

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Макушев Андрей Евгеньевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 01.03.2023 06:11:09

Уникальный программный ключ:

4c46f2d9dda3fafb9e57683d11e5a4257b6ddfe

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Чувашский государственный аграрный университет»

(ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ)

Кафедра «Транспортно – технологические машины и комплексы»

ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы

Направление подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность

Чебоксары – 2020

УДК 551.1/4
ББК 22.253.3
Г-68

Составитель: Гордеев Андрей Анатольевич, доцент кафедры транспортно – технологических машин и комплексов

Гидрогазодинамика: учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы. – Чебоксары: ФГБОУ ВО ЧГАУ, 2020. – 22 с.

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки бакалавров 20.03.01 «Техносферная безопасность», профиль «Безопасность технологических процессов и производств» и предназначено для выполнения курсовой работы по дисциплине «Гидрогазодинамика» студентами очной и заочной форм обучения инженерного факультета.

Рецензент:

к.т.н., доцент кафедры механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства ФГБОУ ВО ЧГАУ Шаронова Т.В.

Рассмотрено и одобрено методической комиссией инженерного факультета ФГБОУ ВО ЧГАУ, протокол № 1 от «1» сентября 2020 г.

А.А. Гордеев, 2020
ФГБОУ ВО ЧГАУ, 2020

ВВЕДЕНИЕ

Основными целями выполнения студентами курсовой работы являются: закрепление и углубление теоретических знаний, полученных в процессе изучения дисциплины "Гидрогазодинамика»;

получение навыков в самостоятельном и творческом решении практических, организационных и инженерных задач;

приобретение и дальнейшее совершенствование практических навыков в пользовании технической литературой, справочниками, ГОСТами, таблицами и другими пособиями;

привитие студентам навыков практического применения таких основных разделов, как: уравнение Бернулли, уравнение неразрывности потока, режимы течения жидкости в трубах, гидравлические сопротивления, основы расчета трубопроводов, и других разделов и закономерностей изученных в курсе дисциплины.

Задача студентов при выполнении курсовой работы заключается в кратком и четком изложении теоретического материала затронутых тем в курсовой работе, а также в расчете параметров трубопровода определение диаметра труб и требуемого напора заданной водопроводной сети.

Курсовая работа выполняется в соответствии с утвержденным заданием. Объем работы 15...20 страниц расчетно-пояснительной записки. Расчетно-пояснительная записка должна содержать: титульный лист, индивидуальное задание, разделы по порядку, заключение, список литературы и содержание. Текст пояснительной записки должен быть выполнен на листе бумаги формата А4. Расчетную схему трубопровода принять такой, как изображено на рис.1 водопроводная сеть с участком параллельно соединенных труб. Исходные данные для расчетов приведены в приложении, вариант выбираются по последней цифре номера зачетной книжки.

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Сложный трубопровод имеет разветвленные участки, состоящие из нескольких труб (ветвей), между которыми распределяется жидкость, поступающая в трубопровод из питателей.

К таким трубопроводам относятся городские и сельские водопроводы, поливные трубопроводы, трубопроводы различных технических систем, в том числе внутрпочвенного и капельного орошения.

Сечения трубопровода, в которых смыкаются несколько ветвей, называются узлами.

В зависимости от структуры разветвленных участков различают следующие типы сложных трубопроводов; с концевой раздачей жидкости (разветвленная тупиковая сеть), с параллельными ветвями, с кольцевыми участками. В практике встречаются также разнообразные сложные трубопроводы комбинированного типа.

При расчете можно выделить три основные группы задач расчета сложных трубопроводов:

1. определение размеров труб по заданным в них расходам и перепадам напоров в питателях и приемниках,

2. определение перепадов напоров в питателях и приемниках, необходимых

для обеспечения требуемых расходов в трубах заданных размеров

3. определение расходов в трубах заданных размеров по известным перепадам напоров.

Последние две группы задач представляют проверочные расчеты существующего трубопровода, выясняющие условия работы при различных значениях гидравлических параметров.

Для решения сформулированных задач составляется система уравнений,

которые устанавливают функциональные связи между параметрами, характеризующие параметры жидкости в трубах, т.е. размерами труб, расходами жидкости и напорами. Эта система состоит из уравнений баланса расходов для каждого узла и уравнений баланса напоров (уравнений Бернулли) для каждой ветви трубопровода.

Потери напора в трубах выражаются формулой

$$h_{ni} = \left(\lambda_i \frac{l_i}{d_i} + \sum \zeta_{ik} \right) \frac{V_i^2}{2g}$$

которую для расчетов удобно привести к виду

$$h_{ni} = 0,0827 \lambda_i \frac{L_i}{d_i^2} Q_i^2.$$

В этих выражениях:

l_i и d_i - длина и диаметр трубы;

V_i - средняя скорость потока в трубе;

λ_i - коэффициент сопротивления трения;

ζ_i - коэффициент местного сопротивления;

L_i - приведенная длина трубы (учитывая местные сопротивления с помощью их эквивалентных длин $l_{iэ}$)

$$L_i = l_i + l_{iэ}$$

$$l_{iэ} = \sum \zeta_{ik} \frac{d_i}{\lambda_i}$$

Числовой множитель равен $0,0827 = \frac{16}{\pi^2 2g}$

где ускорение свободного падения g выражен в м/с^2 .

В гидравлически длинном (или просто длинном) трубопроводе потери напора по длине настолько превышают местные потери, что их принимают как некоторую часть потерь по длине.

При расчетах длинных трубопроводов находят потери напора по длине, а затем суммарные местные потери напора учитывают, увеличивая найденные значения на 5...10%.

Конкретный вид системы расчетных уравнений и способы ее решения определяются типом сложного трубопровода и характером поставленной задачи. Для получения однозначного решения системы расчетных уравнений должна быть замкнутой, т.е. число независимых неизвестных в ней должно быть равно числу уравнений.

Ниже приводятся уравнения по расчету основных видов сложных трубопроводов. Расчет ведется с помощью расходных характеристик (модуля расхода). Расходная характеристика K представляет собой расход в данной трубе при гидравлическом уклоне, равном единице.

2 ВЫБОР ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ПРОВЕДЕНИЕ РАСЧЕТА ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

Целью настоящего расчета является определение диаметра труб и потребного напора заданной водопроводной сети.

Водопроводная сеть с участком параллельно соединенных труб.

Расчет водопроводной сети с участком параллельно соединенных трубопроводов

2.1.Схема водопроводной сети.

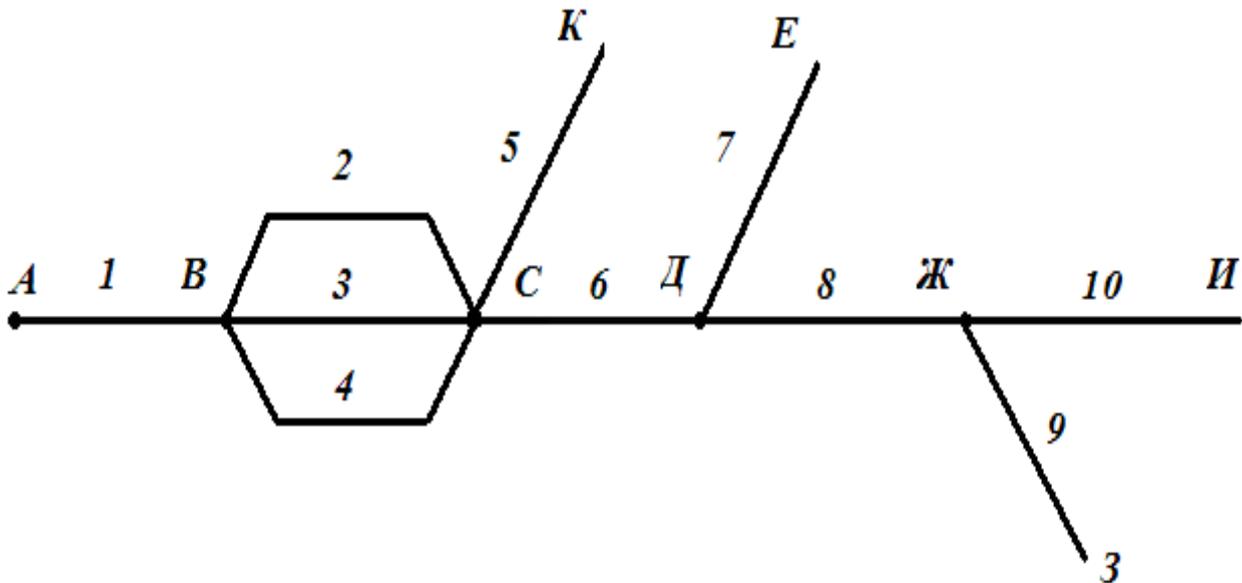


Рис.1 Схема водопроводной сети

2.2 Исходные данные.

Исходные данные берутся из табл.1 и сводятся в свою произвольную таблицу.

Таблица №1

Длина участка (м)											
Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Номер участка	1	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
	2	180	200	220	240	260	160	220	140	160	180
	3	120	140	160	100	120	140	160	100	120	140
	4	200	220	240	260	180	200	220	240	200	220
	5	260	100	120	240	260	180	200	220	240	200
	6	260	180	200	220	100	120	240	260	260	100
	7	240	260	180	200	200	220	100	120	220	240
	8	210	240	240	200	280	210	220	230	220	200
	9	200	230	210	260	190	240	210	240	210	220
	10	220	220	280	210	160	200	240	260	200	210
Расход через ответвление (м ³ /с)											
Ответвление	СК	0,04	0,015	0,025	0,025	0,02	0,01	0,02	0,01	0,025	0,02
	ДЕ	0,03	0,02	0,035	0,02	0,01	0,025	0,02	0,01	0,015	0,03
	ЖЗ	0,035	0,01	0,015	0,03	0,02	0,035	0,03	0,02	0,035	0,02
	ЖИ	0,025	0,02	0,01	0,035	0,02	0,01	0,025	0,02	0,01	0,035
Свободный напор (м)											
Точка потребления	К	10	12	8	9	11	13	14	10	9	5
	Е	5	4	6	7	5	8	5	7	5	8
	З	25	30	25	20	15	25	25	10	15	25
	И	15	20	15	25	25	15	15	15	10	20
Отметка (м)											
Пункт (точка)	А	5	1	4	3	2	3	2	1	6	5
	В	8	4	6	7	3	4	7	10	12	8
	С	10	12	5	4	7	6	4	8	6	5
	Д	12	5	4	7	6	7	10	12	8	11
	Е	8	11	12	5	4	4	7	10	12	8
	Ж	11	12	5	4	10	12	8	10	12	7
	З	5	4	7	6	4	7	10	12	8	9
	И	7	6	4	7	10	12	8	10	12	10
	К	5	4	3	6	4	7	1	2	5	4

2.3 Выбор магистральной линии,

За магистральную линию обычно принимается, возможно более длинная, включающая возможно большую часть сопротивлений и пропускающая большие количества жидкости. При сравнительной одинаковой длине водопроводных линий и приблизительно равных их сопротивлениям за магистральную линию принимается такая, у которой конечная точка имеет большую отметку высоты (большую высоту горизонта) или больший свободный напор (необходимый располагаемый напор в точке потребления).

2.4 Скорость движения жидкости.

Обычно принимается, что скорость движения жидкости в магистральных трубопроводах составляет 0,8-2,5 м/с, а скорость движения жидкости в ответвлениях может составлять значения до 10-15 м/с. Поэтому целесообразно принять для расчетов скорость движения жидкости $V = 1,5$ м/с.

2.5 Определение диаметра трубопроводов и потерь напора на участках магистральной линии.

I. Участок АВ

а) Расход $Q_{AB} = Q_{СК} + Q_{ДЕ} + Q_{ЖЗ} + Q_{ЖИ}$

б) Расчетный диаметр трубопровода определяется из уравнения расхода.

$$d_{AB}^{расч.} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{AB}}{\pi \cdot V_{AB}}}$$

$$\text{Здесь } Q_{AB} = \frac{M^3}{с}; V_{AB} = \frac{M}{с}$$

в) Диаметр трубопровода по сортаменту и его расходная характеристика

$$d_{AB}^{ист} = \dots \quad K_{AB}^2 = \dots$$

г) Истинная скорость,

$$V_{AB}^{уст} = \frac{4Q_{AB}}{\pi(d_{AB}^{уст})^2}$$

д) Потеря напора

$$\Delta h_{AB} = \frac{1,1l_{AB} \cdot Q_{AB}^2}{K_{AB}^2}$$

Здесь коэффициент 1,1 введен для учета потерь на местных сопротивлениях, вы берёте коэффициент, целесообразно исходя из своих данных водопроводной сети.

2. Участок ВС.

а) Определение расхода через ветви участка. Для этого записываются следующие очевидные уравнения

$$\Delta h_{BC} = \Delta h_{BC2} = \Delta h_{BC3} = \text{и т.д.}$$

$$Q_{AB} = Q_{BC2} + Q_{BC3} + Q_{BC4}$$

Это позволяет составить следующие три уравнения

$$\frac{l_{BC2} \cdot Q_{BC2}^2}{K_{BC}^2} = \frac{l_{BC3} \cdot Q_{BC3}^2}{K_{BC3}^2}$$

$$\frac{l_{BC3} \cdot Q_{BC3}^2}{K_{BC3}^2} = \frac{l_{BC4} \cdot Q_{BC4}^2}{K_{BC4}^2}$$

$$Q_{AB} = Q_{BC2} + Q_{BC3} + Q_{BC4}$$

Из этих уравнений можно определить все неизвестные

$$Q_{BC2}, Q_{BC3} \text{ и } Q_{BC4}$$

б) Потеря напора на участке ВС.

$$\Delta h_{BC} = \Delta h_{BCi} = \frac{l_{BCi} \cdot Q_{BCi}^2}{K_{BCi}^2}$$

3. Участок СД.

а) Расход $Q_{CD} = Q_{AB} - Q_{CK}$

б) Диаметр трубопровода находится из уравнения расхода

$$d_{CD}^{расч.} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{CD}}{\pi \cdot V_{CD}}}$$

в) По сортаменту находятся диаметр трубопровода и его расходная характеристика:

$$d_{CD}^{уст} = \dots \quad K_{CD}^2 = \dots$$

г) Истинная скорость

$$V_{CD}^{уст} = \frac{4Q_{CD}}{\pi(d_{CD}^{уст})^2}$$

д) Потеря напора

$$\Delta h_{CD} = \frac{1,1l_{CD} \cdot Q_{CD}^2}{K_{CD}^2}$$

Остальные участки в зависимости от выбранной магистральной линии рассчитываются аналогичным образом.

2.6 Определение потребного напора сети.

Потребным напором сети является напор в точке А, определяется он как полная потеря напора на всей магистральной линии, складывающаяся из суммы потерь напора (местных и по длине) на участках этой линии, разности отметок конечной и начальной точек магистральной линии и свободного напора в точке потребления на конце магистральной линии.

$$H_{потр} = H_A = \Sigma \Delta h_i + (Z_3 - Z_A) + H_{св.3}$$

Здесь

$$\Sigma \Delta h_i = \Delta h_{AB} + \Delta h_{BC} + \Delta h_{CD} + \Delta h_{ДЖ} + \Delta h_{ЖЗ}$$

где $\Sigma \Delta h_i$ – потери напора (местные и по длине) на всей магистральной линии
 Z_3 и Z_A – отметки конечной и начальной точек магистральной линии.

$H_{св.3}$ – свободный напор в конечной точке магистральной линии.

Примечание.

Как уже отмечалось, конечной точкой магистральной линии выбирается точка с большей отметкой высоты или точка, имеющая больший свободный напор. Поэтому в данном случае такой точкой может быть как точка И, так и точка З, в зависимости от исходных данных и не исключено, что конечными точками могут быть и точка Е и точка К.

2.7 Напор в точках ответвлений.

а) Точка С.

$$H_C = H_A - \Delta h_{AB} - \Delta h_{BC} + (Z_A - Z_C)$$

Аналогично определяется напор в других точках ответвления.

2.8 Определение потерь напора в ответвлениях (суммарных: путевых и местных).

Ответвление СК.

$$\Delta h_{СК} = H_C - H_{СВ.К} + (Z_C - Z_K)$$

$H_{СВ.К}$ – свободный напор в точке К.

Аналогично определяются потери напора в остальных ответвлениях.

2.9 Расходные характеристики труб ответвлений.

Ответвление СК.

$$K_{СК} = Q_{СК} \sqrt{\frac{1,1l_{СК}}{\Delta h_{СК}}}$$

Аналогично определяются расходные характеристики в других ответвлениях.

2.10 Диаметры труб ответвлений.

По значению расходной характеристики в соответствии с сортаментом подбирается трубопровод из условий, что свободный напор в конечной точке ответвления должен быть не менее заданного.

Ответвление СК.

а) По сортаменту $d_{СК} = \dots$

б) Потери напора

$$\Delta h_{СК} = \frac{1,1l_{СК} \cdot Q_{СК}^2}{K_{СК}^2}$$

в) Свободный напор в точке потребления

$$H_{СВ.К} = H_C - \Delta h_{СК} + (Z_C - Z_K)$$

Итак $d_{СК} = \dots$

Аналогично определяются диаметры труб других ответвлений.

2.11 Истинная скорость движения жидкости в ответвлении.

Ответвление СК

$$V_{СК} = \frac{4Q_{СК}}{\pi d_{СК}^2}$$

Аналогично определяем истинную скорость движения жидкости в других ответвлениях.

Таким образом для рассматриваемой сети определены

1. Расход $Q = Q_{AB} \dots$
2. Напор $H_{потр.} = H_A = \dots$

Эти параметры позволяют произвести подбор насоса, которые выпускаются промышленностью (см. приложение 2)

Список использованной литературы

1. Практикум по гидравлике. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений /Бухвалов Г.С. – Москва: Изд. «Колос», 1998 – 136 с.
2. Гидравлические расчеты./ Штеренлихт Д.В. Машиностроение2006
3. Введение. Предмет гидравлики и краткая история ее развития [Электронный ресурс] Режим доступа - <file://Server/umk/бакалавриат>. / Гордеев А. А. Чебоксары: ЧГСХА, 2008.
4. Гидравлика [Электронный ресурс]: Учеб. Пособие Режим доступа - <http://www.studentlibrary.ru/documents/>./ Кудинов В. А. Абрис 2012.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Общие методические указания.	4
2. Выбор исходных данных и проведение расчета водопроводной сети..	7
2.1 Схема водопроводной сети.....	7
2.2 Исходные данные.....	8
2.3 Выбор магистральной линии.....	9
2.4 Скорость движения жидкости.....	9
2.5 Определение диаметра труб и потерь напора на участках магистральной линии.....	9
2.6 Определение требуемого напора сети.	11
2.7 Напор в точках ответвления.....	11
2.8 Определение потерь напора в ответвлениях.....	12
2.9 Определение расходных характеристик ответвлений.....	12
2.10 Диаметры труб ответвлений.....	12
2.11 Истинная скорость движения жидкости в ответвлении.....	13

Графическая часть

Схема водопроводной сети. (На миллиметровке в масштабе с нанесением всех, определенных в расчетной части, параметров сети.)

Значения K^2 в зависимости от шероховатости

$$\text{стенки } \Delta \left(\frac{m^3}{c} \right)^2$$

№ п/п	d [м]	Коэффициент K^2 при шероховатости стенок в мм.		
		$\Delta = 0,2$	$\Delta = 0,5$	$\Delta = 1,0$
1.	0,075	$1,133 \cdot 10^{-3}$	$0,663 \cdot 10^{-3}$	$0,686 \cdot 10^{-3}$
2.	0,1	$5,162 \cdot 10^{-3}$	$3,973 \cdot 10^{-3}$	$3,187 \cdot 10^{-3}$
3.	0,125	$16,024 \cdot 10^{-3}$	$12,469 \cdot 10^{-3}$	$9,659 \cdot 10^{-3}$
4.	0,15	$43,37 \cdot 10^{-3}$	$34,103 \cdot 10^{-3}$	$27,627 \cdot 10^{-3}$
5.	0,175	$98,143 \cdot 10^{-3}$	$78,84 \cdot 10^{-3}$	$62,259 \cdot 10^{-3}$
6.	0,2	0,1972	0,1554	0,1271
7.	0,25	0,6342	0,5041	0,4153
8.	0,3	1,6469	1,4142	1,0918
9.	0,4	7,4052	5,975	4,9746
10.	0,5	23,7394	19,2578	16,1305

Примечание. При проведении расчетов можно принять:

трубы чугунные $\Delta = 1,0$ мм

трубы стальные катанные $\Delta = 0,5$ мм

трубы стальные цельнотянутые $\Delta = 0,2$ мм

Некоторые типы насосов, используемых в сельскохозяйственном
водоснабжении

Производитель	Напор м	Число оборотов	Мощность N, кВт	Марка насоса	Вес кг
1	2	3	4	5	6
10	34,5	2900	4,5	2К-6	35
10,8	54	2870	4,5	2 ^{1/2} _к с-5х2	42
20	140	1450	37	ВН-5	835
20	183	1460	18	ВН-7	887
20	30,8	2900	4,5	2К-6	35
25	24,2	2900	4,2	3К-9а	46
30	20	2900	4,5	2К-6а	35
30	24	2900	4,5	2К-6	35
30	34,8	2900	7,2	3К-9	46
30	62	2900	16	3К-6	322
30-40	130-103	1460	37	ВН-5	835
30-40	160-110	1460	16	ВН-7	887
35	20	2200	2,2	С-247	205
35	22,5	2900	4,2	3К-9а	46
45	31	2900	7,2	3К-9	49
45	57	2900	16	3К-6	322
50	1,0	1450	14	КСУ-50	550
60	31,6	1450	14	4К-12а	163
60	50	1460	16	3К-6	322
65	37,7	2900	14	4К-12	112
70	44,5	2900	16	3К-6	322
70	50	1450	20	КСМ-50	557
75	18	2900	-	СВН-40/121	312
85	28,6	2900	14	4К-12а	112
90	25	1450	12	4НДВ	285
100	60	1450	30	КСМ-100	971

Приложение 2

1	2	3	4	5	6
100	270	1450	133	КСМ-100	1938
110	23,3	2900	14	4К-12-А	112
120	20	1500	8	С-204	560
135	15	1450	10	6К-12а	130
135	72,5	2900	48	4К-6	126
140	35.9	1450	28	6К-8	450
150	33	1450	22	5-НД13	270
150	91-102	2950	60-79	4-НД13	285
180	18	1450	20	6К-86	380
180	26-38	1450	22-29	5НД13	270
180	97	2950	79	4НД13	285
200	26	1450	28	8К-18а	180
216	48	1450	47	6НД13	300
250	30	1450	37 .	5НД13	270
250	54	1450	55	6НД13	300
250	500	2950	700	4Ц-4	2590
250	1000	2970	1500	4Ц-8	3240
270	1570	2970	2000	5Ц-10	5970
300	044	1450	55	8НД13	300
340	25,4	1450	40	8К-12	183
360	47	1450	70	6НЦ13	300
500О	39	960	39	81Д13	950
540	94	1450	195	8ВД13	950
600	35	960	80	8НД13	1000
650	30	960	75	12НД13с	1400
720	68	1450	180	8НД13	950
800	28	960	80	12НД13с	95
900	154	1450	500	10НМК-2	2340
1000	24	1450	850	12НДС	950

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«**Чувашский государственный аграрный университет**»
(ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ)

Инженерный факультет

Кафедра транспортно-технологических машин и комплексов

Направление подготовки (специальность) _____

Профиль _____

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой транспортно-
технологических машин и комплексов

_____ Н.Н. Пушкаренко

_____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

по выполнению курсовой работы (проекта)

Студента(ки) _____ курса _____ группы

Ф.И.О. _____

1. Тема работы _____

2. Дата выдачи задания _____ 20__ г.

3. Исходные данные к работе _____

4. Основные вопросы, подлежащие разработке _____

5. Основные источники литературы _____

6. Срок выполнения _____

7. Срок сдачи студентом законченной работы _____

Руководитель _____

Студент _____

УДК 551.1/4
ББК 22.253.3
Г-68

Учебно-методическое издание

Гордеев Андрей Анатольевич

ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы

Компьютерный набор, верстка А.А. Гордеевев
Формат 60×90/16. Гарнитура Times New Roman
Усл. п.л. 0,84. Изд. № ____ . Тираж ____ экз.
Отпечатано в полиграфическом отделе ФГБОУ ВО ЧГАУ 2020