

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВПО Кубанский государственный технологический университет

Институт нефти, газа и энергетики

Кафедра теплоэнергетики и теплотехники

ТЕПЛОФИЗИКА

Методические указания по изучению дисциплины и
выполнению контрольной работы для
студентов заочной формы обучения
направления 20.03.01 – Техносферная безопасность

Краснодар
2015

Составители: канд. техн. наук, доц. Б.П. Колесников;
ст. преподаватель Ю.В. Королева.

Теплофизика: метод. указания по выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения направления 20.03.01 – Техносферная безопасность /Сост.: Б.П. Колесников, Ю.В. Королева; Кубан. гос. технол. ун-т. Каф. теплоэнергетики и теплотехники. – Краснодар; 2015. – 16 с.

Изложены варианты контрольных заданий, вопросы к зачету, рекомендуемая литература, приведены примеры выполнения и требования к оформлению контрольной работы.

Рецензенты: канд. тех. наук, доцент каф. ТЭТ Е.В. Кочарян
канд.тех.наук, доцент каф. БЖ Е.И. Овчинникова

Содержание

Введение.....	4
1 Руководство по изучению дисциплины	4
2 Основная информация о дисциплине	5
3 План практических и лабораторных занятий.....	5
4 Инструкция по работе с методическими указаниями.....	7
5 Оформление контрольной работы	7
6 Задание на контрольную работу.....	7
7 Вопросы для подготовки к зачету.....	15
Список рекомендуемой литературы.....	16
Приложение А (справочное).....	17

Введение

Теплофизика есть общетехническая дисциплина, изучающая методы получения, преобразования, передачи и использования теплоты, а также принципы действия и конструктивные особенности тепловых машин, аппаратов и устройств.

Инженеры неэнергетических специальностей в своей практической деятельности сталкиваются с тепловыми процессами и с их конструктивным оформлением в виде теплоэнергетического оборудования, встроенного в технологические процессы.

Задачи дисциплины «Теплофизика» – подготовка специалистов не теплотехнического профиля, владеющих навыками грамотной эксплуатации современного теплового оборудования отрасли, с целью максимальной экономии топлива и материалов, интенсификации и оптимизации современных энерготехнологических процессов.

1. Руководство по изучению дисциплины

Дисциплина знакомит студентов с навыками расчета и выбора основного и вспомогательного оборудования систем производства и распределения технологических энергоносителей предприятий; способствует расширению кругозора, проявлению самостоятельности при выполнении расчетов и технико-экономического обоснования принятых технических решений.

Цель изучения дисциплины – овладеть знаниями и навыками расчета и выбора основного и вспомогательного оборудования систем производства и распределения технологических энергоносителей предприятий.

Задачей изучения дисциплины является приобретение студентами знаний об основных элементах систем производства и распределения технологических энергоносителей (станции и установки по производству сжатого воздуха, холода, продуктов разделения воздуха; системы водо- и топливоснабжения).

2. Основная информация о дисциплине

Таблица 1 – Основная информация о дисциплине

Вид учебной работы и формы контроля	Очная форма		Заочная форма	
	всего	курс, семестр	всего	курс, семестр
Общая трудоемкость дисциплины: - в зачетных единицах - в часах	3 108	3 к.,5 с.	3 108	3 к.,6 с.
Аудиторные занятия, часов: - лекции - практические (ПЗ) - семинарские (СЗ) - лабораторные (ЛР)	54	3 к.,5 с.	12	3 к.,6 с.
	18	3 к.,5 с.	4	3 к.,6 с.
	18	3 к.,5 с.	4	3 к.,6 с.
	18	3 к.,5 с.	4	3 к.,6 с.
Самостоятельная работа, часов: - курсовой проект (работа) - прочие виды	54	3 к.,5 с.	96	3 к.,6 с.
	54	3 к.,5 с.	96	3 к.,6 с.
Зачет	+	3 к.,5 с.	+	3 к.,6 с.
Экзамен				

3. План практических и лабораторных занятий

3.1 Практические занятия.

Таблица 2

№ раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	Количество часов	
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения
1	1.Идеальный газ	6	2
2	2.Теплопередача через стенки	4	2
	3. Конвективный теплообмен	4	
	4. Теплообменные аппараты	4	
Итого, ч:		18	4

3.2 Лабораторный практикум.

Таблица 3

№ раздела дисциплины	Наименование и № лабораторной работы	Количество часов	
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения
1	1. Исследование изобарной теплоемкости газа при атмосферном давлении №1	4	4
	2. Определение теплоты парообразования №2	6	
2	3. Исследование теплопроводности сыпучего материала №3.	4	
	4. Исследование теплоотдачи от горизонтальной трубы при свободной конвекции №4.	4	
Итого, ч:		18	4

4. Инструкция по работе с учебно-методическим указанием

Контрольная работа состоит из четырех задач. Номер варианта соответствует двум последним цифрам шифра зачётной книжки. Данные для решения задач приведены в таблицах 1 - 4.

Указания содержат вопросы для подготовки к сдаче зачета по дисциплине.

5. Оформление контрольной работы

Контрольная работа выполняется в тетради или на листах формата А4. Текст может быть выполнен рукописно или с помощью средств компьютерной техники.

Условие задачи переписывается полностью. В решении задач последовательно объясняется, какая величина определяется и по какой формуле. Написав формулу, необходимо дать экспликацию входящих в неё величин с размерностью и объяснением, откуда они выбираются.

При решении задач необходимо использовать только систему единиц СИ. Теплофизические характеристики веществ и материалов определять по справочным данным, представленным в рекомендуемой литературе или в приложении к данному пособию.

В конце работы приводится список использованной литературы, дата выполнения работы и личная подпись студента.

6. Задание на контрольную работу

Задача 1. В идеальный поршневой компрессор поступает M кг/с воздуха с начальными параметрами $P_1 = 0,1$ МПа и $t_1 = 27^\circ\text{C}$. Воздух сжимается до давления P_2 .

Определить начальный v_1 и конечный v_2 удельные объемы, $\text{м}^3/\text{кг}$; конечную температуру t_2 , $^\circ\text{C}$; изменение энтропии Δs , $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$; удельную работу сжатия l , $\text{кДж}/\text{кг}$; мощность компрессии N , кВт; а также количество теплоты, отводимой в процессе сжатия Q , кВт и при изобарном охлаждении воздуха в промежуточных охладителях Q_0 , кВт.

Расчет произвести последовательно для одноступенчатого компрессора с изотермическим, обратимым адиабатным и политропным сжатием, а также для двухступенчатого компрессора с политропным сжатием и промежуточным охлаждением воздуха. Показатель политропы для отдель-

ных ступеней принять одинаковым и равным n .

Изобразить в Pv - и Ts - координатах процессы сжатия.

Данные для решения задачи выбрать из таблицы 1.

Т а б л и ц а 1 – Исходные данные для задачи 1

Первая цифра варианта	n	Вторая цифра варианта	P_2 , МПа	M , кг/с
0	1,25	0	0,9	0,08
1	1,22	1	1,0	0,11
2	1,24	2	0,85	0,14
3	1,21	3	0,8	0,17
4	1,20	4	0,95	0,20
5	1,30	5	0,9	0,23
6	1,27	6	0,85	0,26
7	1,26	7	0,9	0,29
8	1,33	8	0,8	0,31
9	1,23	9	0,85	0,34

Указания. Расчет провести без учета зависимости теплоемкости воздуха от температуры. Считать, что охлаждение сжатого воздуха в промежуточном охладителе производится до начальной температуры t_1 .

Порядок расчета.

1. Одноступенчатый компрессор с изотермическим сжатием

Начальный объем воздуха, м³/кг: $v_1 = \frac{RT_1}{P_1}$,

где $R = 287$ кДж/(кг·К) – газовая постоянная воздуха.

Конечный объем: $v_{2T} = \frac{P_1 v_1}{P_2}$.

Конечная температура, К: $T_{2T} = t_1 + 273$

Изменение внутренней энергии воздуха: $\Delta u_T = 0$.

Изменение энтропии: $\Delta s_T = s_{2T} - s_1 = R \ln \left(\frac{v_{2T}}{v_1} \right)$.

Работа изменения объема, кДж/кг: $l_T = P_1 v_1 \ln \left(\frac{P_1}{P_2} \right)$.

Мощность компрессии, кВт: $N_T = M \cdot l_T$.

Количество теплоты, отводимой в процессе сжатия, кВт: $Q_T = N_T$.

2. Одноступенчатый компрессор с адиабатным сжатием

Конечный объем определяем из уравнения адиабаты: $v_{2a} = v_1 \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1}{k}}$,

где $k = 1,4$ – показатель адиабаты для воздуха.

Конечная температура, К: $T_{2a} = \frac{P_2 v_{2a}}{R}$.

Изменение внутренней энергии: $\Delta u_a = u_{2a} - u_1 = \frac{R}{k-1} (T_{2a} - T_1)$.

Изменение энтропии: $\Delta s_a = s_{2a} - s_1 = 0$.

Работа изменения объема: $l_a = -\Delta u_a$.

Мощность компрессии, кВт: $N_a = M \cdot l_a$.

Количество теплоты, отводимой в процессе сжатия, кВт: $Q_a = 0$.

3. Одноступенчатый компрессор с политропным сжатием

Конечный объем: $v_{2n} = v_1 \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1}{n}}$.

Конечная температура, К: $T_{2n} = \frac{P_2 v_{2n}}{R}$.

Изменение внутренней энергии: $\Delta u_n = u_{2n} - u_1 = \frac{R}{k-1} (T_{2n} - T_1)$.

Изменение энтропии: $\Delta s_n = s_{2n} - s_1 = \frac{R}{k-1} \frac{n-k}{n-1} \ln \left(\frac{T_{2n}}{T_1} \right)$.

Работа сжатия: $l_n = \frac{R}{n-1} (T_1 - T_{2n})$.

Мощность компрессии, кВт: $N_n = M \cdot l_n$.

Количество теплоты, отводимой в процессе сжатия:

$$Q_n = \frac{R}{k-1} \frac{n-k}{n-1} (T_{2n} - T_1).$$

Проверка по первому закону термодинамики $Q_n = M(\Delta u_n + l_n)$

4. Двухступенчатый компрессор с политропным сжатием и промежуточным охлаждением воздуха

Степень повышения давления воздуха в ступенях компрессора:

$$\pi_{ст} = \sqrt{\frac{P_2}{P_1}}.$$

Давление в конце сжатия в ступени, МПа: $P_{2ст} = \pi_{ст} \cdot P_1$.

Объем воздуха в конце сжатия в 1-й ступени: $v_{21} = v_1 \pi_{ст}^{\frac{1}{n}}$

Температура воздуха в конце сжатия в каждой ступени:

$$T_{21} = T_{22} = T_2 = T_1 \pi_{\text{ст}}^{\frac{n-1}{n}}.$$

Объем газа на выходе из промежуточного охладителя: $v_{12} = \frac{v_{21} T_1}{T_{21}}.$

Конечный объем воздуха: $v_2 = v_{22} = v_{12} \pi_{\text{ст}}^{\frac{1}{n}}.$

Изменение внутренней энергии воздуха в ступенях компрессора:

$$\Delta u_1 = \Delta u_2 = \frac{R}{k-1} (T_2 - T_1).$$

Изменение внутренней энергии воздуха в охладителе:

$$\Delta u_o = \frac{R}{k-1} (T_1 - T_2).$$

Изменение внутренней энергии воздуха в компрессоре:

$$\Delta u_k = 2\Delta u_1 + \Delta u_o.$$

Изменение энтропии воздуха в ступенях компрессора:

$$\Delta s_1 = \Delta s_2 = \frac{R}{k-1} \frac{n-k}{n-1} \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right).$$

Изменение энтропии воздуха в охладителе:

$$\Delta s_o = \frac{k \cdot R}{k-1} \frac{n-k}{n-1} \ln \left(\frac{T_1}{T_2} \right).$$

Изменение энтропии воздуха в компрессоре:

$$\Delta s_k = 2\Delta s_1 + \Delta s_o.$$

Работа сжатия в ступенях компрессора: $l_1 = l_2 = \frac{R}{n-1} (T_1 - T_2).$

Работа сжатия в охладителе: $l_o = P_{2\text{ст}} (v_{12} - v_{21}).$

Работа сжатия в компрессоре: $l_k = 2l_1 + l_o.$

Количество теплоты, отводимой в ступени компрессора:

$$Q_1 = Q_2 = \frac{MR}{k-1} \frac{n-k}{n-1} (T_2 - T_1).$$

Количество теплоты, отводимой в охладителе:

$$Q_o = \frac{MkR}{k-1} (T_1 - T_2).$$

Количество теплоты, отводимой в компрессоре: $Q_k = 2Q_1 + Q_o.$

Проверка: $Q_k = M(\Delta u_k + l_k).$

Задача 2. Определить удельную работу $l_{\text{ц}}$ и термический КПД η_t цикла простейшей паротурбинной установки (цикла Ренкина), в которой водяной пар с начальным давлением $P_1 = 3$ МПа и степенью сухости $x_1 = 0,95$

Изобразить схему простейшей паротурбинной установки и дать ее краткое описание. Изобразить цикл Ренкина в Pv -, Ts -диаграммах.

$$\eta_t = \frac{l_u}{q_1},$$

где l_u – работа в цикле, кДж/кг;

q_1 – теплота подведенная в цикле, кДж/кг.

Задача 3. По горизонтально расположенной стальной трубе ($\lambda_{\text{тр}} = 40\text{-}50$ Вт/м·К) со скоростью ω , м/с течет вода, имеющая температуру $t_{\text{в}}$, °С. Снаружи труба охлаждается воздухом температура которого $t_{\text{возд}}$, °С при условии свободной конвекции.

Определить коэффициенты теплоотдачи α_1 и α_2 соответственно от воды к стенке трубы и от стенки трубы к воздуху, коэффициент теплопередачи k_l и тепловой поток q_l , отнесенные к 1м длины трубы, если внутренний диаметр трубы равен d_1 , внешний – d_2 .

Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблицы 3.

Т а б л и ц а 3 – Исходные данные для задачи 3

Первая цифра варианта	$t_{\text{в}}$, °С	ω , м/с	Вторая цифра варианта	$t_{\text{возд}}$, °С	d_1 , мм	d_2 , мм
0	120	2,5	0	18	190	210
1	130	3,6	1	16	180	200
2	140	2,7	2	14	170	190
3	150	3,8	3	12	160	180
4	160	1,9	4	10	150	170
5	170	2,1	5	8	140	160
6	180	2,3	6	6	130	150
7	200	4,2	7	4	120	140
8	210	4,3	8	2	110	130
9	220	4,4	9	0	100	120

Указания. Определить режимы течения воды и воздуха.

1. Коэффициент теплоотдачи α_1 определить для случая вынужденной конвекции при турбулентном режиме течения, используя критериальное уравнение

$$\text{Nu} = \frac{\alpha_1 d_1}{\lambda_{\text{в}}} = 0,021 \text{Re}^{0,8} \text{Pr}_{\text{в}}^{0,43},$$

где $\text{Re} = \frac{\omega d_1}{\nu_{\text{в}}}$ – число Рейнольдса;

$\lambda_{\text{в}}$, $\nu_{\text{в}}$, $\text{Pr}_{\text{в}}$ – соответственно теплопроводность, кинематическая вязкость и число Прандтля воды при температуре $t_{\text{в}}$, °С, выбрать из таблицы А.1.

2. Коэффициент теплоотдачи α_2 определить для случая свободной конвекции, используя критериальное уравнение

$$Nu = \frac{\alpha_2 d_2}{\lambda_{\text{возд}}} = 0,5(Gr \cdot Pr_{\text{возд}})^{0,25},$$

где $Gr = \frac{g d_2^3}{\nu_{\text{возд}}^2} \beta \Delta T$ – число Грасгофа;

$\lambda_{\text{возд}}$, $\nu_{\text{возд}}$, $Pr_{\text{возд}}$ – соответственно теплопроводность, кинематическая вязкость и число Прандтля воздуха при температуре $t_{\text{возд}}$, °С, выбрать из таблицы А.2;

$$\beta = \frac{1}{t_{\text{возд}} + 273} \text{ – коэффициент объемного расширения (1/К);}$$

g – ускорение силы тяжести, м/с².

3. Линейный коэффициент теплопередачи рассчитать по формуле, Вт/(м·К):

$$k_l = \left(\frac{1}{\alpha_1 \cdot d_1} + \frac{1}{2\lambda_{\text{тр}}} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot d_2} \right)^{-1}.$$

4. Линейная плотность теплового потока, Вт/м:

$$q_l = k_l \cdot \pi (t_{\text{в}} - t_{\text{возд}}).$$

Задача 4. Определить поверхность нагрева рекуперативного газоздушного теплообменника при прямоточной и противоточной схемах движения теплоносителей. Объемный расход нагреваемого воздуха при нормальных условиях V , средний коэффициент теплопередачи от продуктов сгорания к воздуху k , начальные и конечные температуры продуктов сгорания и воздуха соответственно равны t'_1 , t''_1 , t'_2 , t''_2 .

Изобразить для обоих случаев графики зависимости температуры теплоносителей от величины поверхности теплообмена.

Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблицы 4.

Т а б л и ц а 4 – Исходные данные для задачи 4

Первая цифра варианта	$V \times 10^{-3}$, м ³ /ч	k , Вт/(м ² ·К)	Вторая цифра варианта	t'_1 , °С	t''_1 , °С	t'_2 , °С	t''_2 , °С
-----------------------------	---	---------------------------------	-----------------------------	-------------	--------------	-------------	--------------

0	1	18	0	600	400	20	300
1	2	19	1	625	425	15	325
2	3	20	2	650	450	25	350
3	4	21	3	675	475	30	375
4	5	22	4	700	500	10	400
5	6	23	5	725	525	12	425
6	7	24	6	750	550	18	450
7	8	25	7	775	575	28	475
8	9	26	8	800	600	32	500
9	10	27	9	575	375	8	275

Указания.

Массовый расход воздуха при нормальных условиях, кг/с:

$$G = \frac{P_n V}{R_{\text{возд}} T_n},$$

где $P_n = 101325$ – нормальное давление, Па;

$T_n = 273$ – нормальная температура, К;

$R_{\text{возд}} = 287,1$ – газовая постоянная воздуха, Дж/(кг·К).

Тепловой поток, передаваемый воздуху в теплообменнике, Вт:

$$Q = GC_p(t_2'' - t_2'),$$

где C_p – изобарная теплоемкость воздуха при средней температуре

$t_{cp} = 0,5(t_2' + t_2'')$, определить по таблице А.2, Дж/(кг·К).

Средний температурный напор:

– прямоточная схема движения теплоносителей

$$\Delta t_{\text{ср}}^{\text{прям}} = \frac{(t_1' - t_2') - (t_1'' - t_2'')}{\ln\left(\frac{t_1' - t_2'}{t_1'' - t_2''}\right)};$$

– противоточная схема движения теплоносителей

$$\Delta t_{\text{ср}}^{\text{прот}} = \frac{(t_1'' - t_2') - (t_1' - t_2'')}{\ln\left(\frac{t_1'' - t_2'}{t_1' - t_2''}\right)}.$$

Поверхность нагрева теплообменника определить отдельно для прямоточной и противоточной схемы, м²:

$$F = \frac{Q}{k \Delta t_{\text{ср}}}.$$

7. Вопросы для подготовки к зачету

- 1 Основные понятия термодинамики: внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, теплота, работа, теплоемкость.
- 2 Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Процессы с идеальным газом (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный).
- 3 Первый и второй законы термодинамики. Основные формулировки.
- 4 Круговые процессы (прямые и обратные, обратимые и необратимые). Характеристики эффективности.
- 5 Pv -и Ts -диаграммы для жидкости и пара. Термодинамические процессы с паром (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный).
- 6 Процессы истечения: сопла, дроссели. Основные понятия.
- 7 Процессы сжатия в одноступенчатом и многоступенчатом поршневом компрессоре. Изображение процессов в Pv -, Ts -диаграммах.
- 8 Цикл Ренкина. Изображение цикла на Pv -и Ts -диаграммах. Термический КПД цикла.
- 9 Цикл пароконденсаторной холодильной установки. Холодильный коэффициент.
- 10 Теплопроводность (основные понятия). Закон Фурье.
- 11 Конвективный теплообмен (основные понятия). Закон Ньютона-Рихмана.
- 12 Основные числа подобия конвективного теплообмена. Уравнения подобия.
- 13 Теплообмен излучением (основные понятия). Законы Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта.
- 14 Теплопередача (основные понятия). Коэффициент теплопередачи.
- 15 Основные положения теплового расчета рекуперативных теплообменных аппаратов
- 16 Топливо. Элементарный состав. Теплота сгорания.
- 17 Основные типы топочных устройств.
- 18 Общие сведения о котельной установке.

8. Список рекомендуемой литературы

Основная:

- 1 Луканин В.Н Теплотехника : учеб. для техн. спец. вузов. - 7-е изд, испр. - М. : высш. Шк, 2009. - 671стр.
- 2 Кудинов В.А. Теплотехника [Электронный ресурс]: учеб. пособие. - М. : КУРС; НИЦ Инфра-М, 2015. – 424 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=486472>

Дополнительная:

- 3 Сапожников С.З. Техническая термодинамика и теплопередача : учеб. для вузов по напр. "Назем. транспорт. системы"; СПб.: СПбГТУ, 2002. - 318стр.
- 4 Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. – М.: Высш. школа, 1980. – 469 с.
- 5 Андрианова Т.Н. Сборник задач по технической термодинамике : для теплоэнерг. спец. вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: энергоиздат, 1981. - 240стр.
- 6 Краснощеков Е.А. Задачник по теплопередаче. - 4-е изд. Перер. и доп. - М.: Энергия, 1980. - 286стр.

ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное)

Теплофизические свойства воды и воздуха

Т а б л и ц а А.1 – Теплофизические свойства воды

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho,$ кг/м^3	$C_p,$ $\text{кДж/(кг}\cdot\text{K)}$	$\lambda,$ $\text{Вт/(м}\cdot\text{K)}$	$\nu \times 10^6,$ $\text{м}^2/\text{с}$	Pr
120	942,9	4,245	0,6830	0,246	1,44
130	934,6	4,263	0,6834	0,228	1,33
140	925,8	4,285	0,6829	0,212	1,23
150	916,8	4,310	0,6817	0,198	1,15
160	907,3	4,339	0,6797	0,187	1,08
170	897,3	4,371	0,6768	0,177	1,03
180	886,9	4,408	0,6732	0,168	0,978
190	876,0	4,449	0,6697	0,161	0,938
200	864,7	4,497	0,6633	0,155	0,906
210	852,8	4,551	0,6571	0,149	0,880
220	840,3	4,614	0,6498	0,144	0,856

Т а б л и ц а А.2 – Теплофизические свойства сухого воздуха

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho,$ кг/м^3	$C_p,$ $\text{кДж/(кг}\cdot\text{K)}$	$\lambda \times 10^2,$ $\text{Вт/(м}\cdot\text{K)}$	$\nu \times 10^6,$ $\text{м}^2/\text{с}$	Pr
0	1,293	1,005	2,44	13,28	0,707
10	1,247	1,005	2,51	14,16	0,705
20	1,205	1,005	2,59	15,06	0,703
30	1,165	1,005	2,67	16,00	0,701
40	1,128	1,005	2,76	16,96	0,699
50	1,093	1,005	2,83	17,95	0,698
60	1,060	1,005	2,90	18,97	0,696
70	1,029	1,009	2,96	20,02	0,694
80	1,000	1,009	3,05	21,09	0,692
90	0,972	1,009	3,13	22,10	0,690
100	0,946	1,009	3,21	23,13	0,688
200	0,746	1,026	3,93	34,85	0,680
250	0,674	1,038	4,27	40,61	0,677
300	0,615	1,047	4,60	48,33	0,674
350	0,566	1,059	4,91	55,46	0,676
400	0,524	1,068	5,21	63,09	0,678
500	0,456	1,093	5,74	79,38	0,687

