РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

ФОРСУНКИ СТАЦИОНАРНЫХ ПАРОВЫХ КОТЛОВ

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ФОРСУНОК

РТМ 24.030.37—74

Издание официальное

МИНИСТЕРСТВО ТЯЖЕЛОГО, ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Москва

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Центральным научно-исследовательским и проектно-конструкторским котлотурбинным институтом имени И. И. Ползунова

Директор	**Н. М. МАРКОВ**
Заведующий базовым отраслевым отделом стандартизации	**К. А. СУПРЯДКИН**
Заведующий топочным отделом	**В. А. ПАВЛОВ**
Руководитель темы	**Я. П. СТОРОЖУК**
Исполнитель	**В. А. ПАВЛОВ**

ПОДГОТОВЛЕН К УТВЕРЖДЕНИЮ Главным управлением атомного машиностроения и котлостроения Министерства тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения

Начальник Главного управления	**В. П. ЛОБАНОВ**

УТВЕРЖДЕН Министерством тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения

Первый заместитель министра	**В. В. КРОТОВ**

УДК 662.944.2 (083.75)

Группа Е02

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

ФОРСУНКИ СТАЦИОНАРНЫХ ПАРОВЫХ КОТЛОВ
РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ФОРСУНОК

РТМ 24.030.37—74

Введен впервые

Указанием Министерства тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения от 29 августа 1974 г. № ВК-002/11209 срок введения установлен

с 1 марта 1975 г.

Срок действия до 1 марта 1980 г.

Настоящий руководящий технический материал (РТМ) распространяется только на форсунки вихревые механические одноступенчатые. На форсунки механические со сливом, струйные и с переменными проходными сечениями распыливающих элементов РТМ не распространяется.

Настоящий РТМ обязателен для организаций и предприятий Министерства тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения, проектирующих, изготовляющих и осуществляющих наладку топочных устройств энергетических установок.

1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

1.1. Механической форсункой называется устройство для распыливания жидкостей, работающее с использованием принципа дробления струи под воздействием внутренних гидромеханических сил, которые формируются при течении жидкости в проточных элементах форсунки.

1.2. Основными параметрами механических форсунок, определяющими их особенности, условия применения и эксплуатационные требования, являются рабочие, конструктивные и технологические.

Издание официальное Перепечатка воспрещена

1.3. Условные обозначения и определения рабочих параметров:

Δp — давление распыливаемой жидкости, кгс/см^2; принимается как избыточное давление жидкости перед форсункой относительно давления в объеме распыленного факела;

ν — вязкость распыливаемой жидкости; принимается в единицах кинематической вязкости (сантистоксах) или градусах условной вязкости;

ρ — плотность распыливаемой жидкости, кг/м^3;

σ — поверхностное натяжение распыливаемой жидкости, кг/м;

G — производительность форсунки при номинальном давлении, кг/ч;

$\alpha_ф$ — угол конуса раскрытия факела; принимается как прикорневой угол раскрытия факела в устье форсунки, обусловленный конструктивными параметрами форсунки и физическими параметрами распыливаемой жидкости. При определении $\alpha_ф$ не должны учитываться эффекты влияния силы тяжести, обжимания факела воздушным потоком принудительного или естественного характера;

g — плотность орошения, кг/м^2; определяется по суммарной массе всех капель, выпадающих на единицу сферической поверхности с центром, совпадающим с устьем сопла форсунки и радиусом $R=500$ мм. В общем виде плотность орошения выражается зависимостью:

$$g=f(\alpha'),$$

где α' — угол орошения.

1.4. Условные обозначения и определения конструктивных параметров:

d — диаметр сопла, мм;

D — диаметр камеры завихривания, мм; принимается по окружности, к которой оси тангенциальных каналов являются касательными;

f — площадь поперечного сечения тангенциального канала, мм^2;

n — количество каналов;

$l_с$ — длина сопла, мм;

$l_к$ — длина тангенциального канала, мм; принимается по длине участка канала, ограниченного поверхностью прямоугольного геометрического тела (параллелепипеда, цилиндра и т. п.);

$D_т$ — технологический диаметр камеры завихривания, мм; принимается по диаметру, определяющему операции сверления, расточки, шлифовки и т. п.;

A — геометрическая характеристика форсунки; определяется по зависимости:

$$A=\frac{d^{1,2}D^{0,8}}{nf}.$$

1.5. Основные технологические параметры:

— марка материала, из которого изготовлены детали распыливающей головки форсунки;

— шероховатость поверхностей распыливающих элементов (сопла, камеры завихривания, тангенциальных каналов);

— размеры полей допусков при изготовлении распыливающих элементов;

— посадки, обеспечивающие сборку, разборку, плотность прилегания и замену деталей распыливающей головки в процессе эксплуатации форсунки.

2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

2.1. Целью гидравлического расчета форсунок является определение производительности и угла раскрытия факела форсунки в зависимости от ее геометрических характеристик или, наоборот, определение основных геометрических характеристик форсунки в зависимости от ее заданной производительности и угла раскрытия факела.

2.2. При расчете форсунок принимается, что режимы течения жидкости в рабочем интервале расходов находятся в области автомодельности и расходная кривая может быть выражена формулой

$$G = KM\sqrt{\Delta p \rho},$$

где K — обобщенный коэффициент пропорциональности;

M — масштаб форсунки;

ρ — плотность, кг/м^3.

2.3. Основные конструктивные размеры форсунки должны выбираться с таким расчетом, чтобы были выполнены следующие соотношения размеров:

$$0{,}9 > \frac{d}{D} > 0{,}25; \quad \frac{nf}{D^2} > 0{,}1; \quad n \geqslant 2;$$

$$l_c = (0{,}1 - 0{,}4)d; \quad h_{к.з} = (1 - 5)\,h_к,$$

где $h_{к.з}$ — высота камеры завихривания;

$h_к$ — высота тангенциального канала.

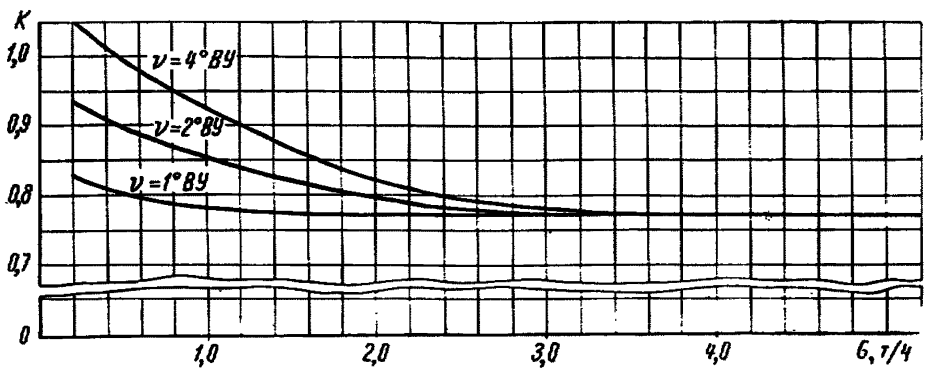
2.4. Масштаб форсунки M вычисляется по формулам:

$$M = \frac{G}{K\sqrt{\Delta p \rho}},$$

где G в кг/ч; M в мм^2; Δp в кгс/см^2; ρ в кг/м^3;

$$M = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{D}{d}\right)^{1{,}6}\frac{1}{(nf)^2} + \frac{1{,}5}{d^4}}}.$$

2.5. Значение коэффициента K определяется в зависимости от производительности форсунки и вязкости топлива по графику черт. 1.



При $G>4$ т/ч $K=0{,}77$

Черт. 1

2.6. Геометрическая характеристика форсунки находится по формуле

$$A=\frac{d^{1,2}D^{0,8}}{nf}=\left(\frac{z_ф}{60}\right)^3.$$

2.7. Диаметр сопла форсунки вычисляется по зависимости

$$d=\sqrt{M\sqrt{A^2+1{,}5}}.$$

Размер диаметра сопла, вычисленный на основании этой зависимости, может округляться в пределах $\pm 1\%$ с целью выбора стандартного инструмента (сверл и разверток). На точности расчета расходной характеристики округление размера диаметра не отражается. Угол раскрытия факела незначительно увеличивается при округлении размера диаметра в большую сторону и уменьшается при округлении в меньшую.

2.8. Диаметр камеры завихривания выбирают из конструктивных соображений, используя зависимости п. 2.3 и учитывая, что при большой величине D увеличиваются габариты форсунки, а при малой — повышаются требования к качеству обработки и понижается равномерность распределения распыленной жидкости по окружности факела. Практически для форсунок большой производительности (более 2 т/ч) снижение габаритов имеет большое значение, поэтому следует принимать $d\approx(0{,}7\div 0{,}9)D$, а для форсунок малой производительности (менее 1 т/ч) — $d\approx(0{,}1\div 0{,}5)D$. Диаметр камеры завихривания можно также изменять в приведенном выше интервале рекомендуемых значений для выбора стандартного инструмента или облегчения изготовления распыливающих элементов.

2.9. Общая площадь тангенциальных каналов вычисляется по формуле

$$nf = \frac{d^{1,2}D^{0,8}}{A}.$$

2.10. Форму сечения тангенциального канала рекомендуется выполнять в виде прямоугольника с соотношением сторон, близким 1 : 1, или в виде круга. Тангенциальных каналов должно быть не менее двух. При выборе количества и сечения тангенциальных каналов следует иметь в виду, что с увеличением количества каналов равномерность распределения жидкости по окружности факела повышается, габариты форсунки уменьшаются, однако опасность засорения и забивания форсунки коксом увеличивается.

Во всех случаях ширина тангенциального канала не должна быть более его длины.

2.11. Технологический диаметр камеры завихривания определяется по формуле

$$D_т = (1{,}02 \div 1{,}03)D + b,$$

где b — ширина тангенциального канала.

3. РАСЧЕТ ДИСПЕРСНОСТИ РАСПЫЛИВАНИЯ

3.1. При распыливании жидкостей форсунками механического типа принимается, что закон распределения капель по классам мелкости с достаточной для практических целей точностью может быть выражен зависимостью

$$n = Ne^{-a^2\delta^2},$$

где δ — текущий диаметр капли;

n — количество капель, размер которых больше δ;

N — общее количество капель в заданной массе распыленной жидкости;

a — параметр распределения.

3.2. Наиболее вероятный диаметр капли (в мкм) в соответствии с п. 3.1 определяется по формуле

$$\delta^0 = \frac{1}{a\sqrt{2}}.$$

3.3. Максимальный диаметр капли (в мкм) в объеме распыленного факела, состоящего из N капель, вычисляется по формуле

$$\delta_{max-N} = \sqrt{\frac{\lg N}{a^2 \lg n}}.$$

3.4. Для оценки дисперсности распыливания рекомендуется пользоваться максимальным диаметром капли, отнесенным к 100 каплям распыленного факела на максимальном радиусе орошения,

который может относительно легко и точно определяться экспериментальным путем.

В соответствии с п. 3.1 максимальный диаметр капли, отнесенный к 100 каплям, выражается следующей формулой:

$$\delta_{max-100} = \frac{2,146}{a}.$$

3.5. Связь между массой распыленной жидкости и соответствующим данной массе максимальным диаметром капли выражается зависимостью

$$B_{ж} = 4,82\rho\delta^3_{max-B}\frac{\delta_{max-B}}{\delta_{max-100}}\left[0,00464e^{4,1\left(\frac{\delta_{max-B}}{\delta_{max-100}}\right)^2} + \right.$$

$$\left. + 0,06e^{2,56\left(\frac{\delta_{max-B}}{\delta_{max-100}}\right)^2}\right].$$

Общее количество капель в этой массе жидкости вычисляется по формуле

$$N = e^{a^2\delta^2_{max-B}};$$

поверхность всех капель распыленной жидкости с массой B определяется по формуле

$$S = 0,68\cdot\delta^2_{max-100}e^{4,61\left(\frac{\delta_{max-B}}{\delta_{max-100}}\right)^2}.$$

3.6. Величина a, используемая для расчета величин δ^0, $\delta_{max-100}$ и других, зависит главным образом от качества обработки распыливающих элементов, масштаба форсунки, давления жидкости перед форсункой, вида распыливаемой жидкости.

При качестве обработки распыливающих элементов в соответствии с п. 5.7 и распыливании воды величина a определяется по формуле

$$a = 2,146\cdot10^{-3}\sqrt{\frac{\Delta p}{M}},$$

а максимальный диаметр капли $\delta_{max-100}$ — по формуле

$$\delta_{max-100} = 1000\sqrt{\frac{M}{\Delta p}}.$$

3.7. Пересчет дисперсности распыливания с воды на жидкости с иными физическими свойствами производится по формуле

$$\delta_{ж} = \delta_{вод}\left(\frac{\nu_{ж}}{\nu_{вод}}\right)^{0,8}\left(\frac{\sigma_{ж}}{\sigma_{вод}}\right)^{0,5},$$

где $\delta_{вод}$ — размер капли при распыливании воды;

$\delta_{ж}$ — размер капли при распыливании жидкости с физическими параметрами, отличными от воды;

ν и σ — соответственно вязкость и поверхностное натяжение.

3.8. Расчет дисперсности распыливания на различных радиусах орошения производится при помощи зависимости

$$\delta_{max-r} = \delta_{max-R}\frac{r^2}{R^2},$$

где δ_{max-R} — максимальный диаметр капли на радиусе орошения R;

δ_{max-r} — максимальный диаметр капли на радиусе орошения r.

4. РАСЧЕТ ДИАПАЗОНА РЕГУЛИРОВАНИЯ

4.1. Диапазон регулирования форсунки зависит от соответствия качества распыливания топлива при регулировании производительности форсунки заданным требованиям по условиям организации процесса сжигания топлива.

4.2. Для механических форсунок диапазон регулирования производительности и давления топлива перед форсункой с достаточной степенью точности может рассчитываться на основе заданных значений максимального (или наиболее вероятного) диаметра капли на номинальной и минимальной нагрузке:

$$\frac{G_{min}}{G_{ном}} = \sqrt{\frac{\Delta p_{min}}{\Delta p_{ном}}} = \frac{\delta_{max-ном}}{\delta_{max-min}} = \frac{\delta_{0\ ном}}{\delta_{0\ min}}.$$

4.3. Необходимый размер капли на минимальной нагрузке определяется по условиям выгорания распыленного топлива в объеме топочного устройства.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ИЗГОТОВЛЕНИЮ

5.1. Конструктивно форсунка выполняется из следующих сборочных единиц: распыливающая головка, ствол, устройство для подключения и фиксации форсунки в рабочем положении.

5.2. Конструктивное выполнение всех узлов форсунки должно обеспечивать необходимую надежность работы, удобство эксплуатации, достаточно высокий срок службы, определяющий периодичность замены форсунки для ремонта или очистки.

При прочих равных условиях более предпочтительны конструкции форсунок, имеющие меньшее количество деталей, меньшие габариты и массу. Эксплуатационные характеристики форсунки в значительной степени зависят от удобства разборки, сборки и чистки распыливающей головки, установки и замены форсунки в горелке.

Во всех случаях необходимо учитывать назначение, условия работы и культуру эксплуатации форсунки и, исходя из этого, отдавать предпочтение тем или другим возможным конструктивным вариантам.

5.3. Существенное значение при проектировании форсунок имеет технология изготовления наиболее сложных элементов форсунки, обеспечивающая необходимую точность размеров, шероховатость поверхности и минимальную стоимость изготовления форсунок при их серийном или штучном изготовлении.

5.4. Распыливающую головку форсунки нужно выполнять не более чем из четырех элементов: корпуса, распылителя, распределителя, накидной гайки.

5.5. Точность изготовления основных конструктивных элементов распыливающей головки должна обеспечивать следующие допустимые отклонения основных параметров форсунки:

по расходу — не более ±2 %;

по углу раскрытия факела — не более ±6 %;

по неравномерности орошения — не более ±10 %.

5.6. В случае, когда требования п. 5.5 должны быть повышены (например, при укомплектовании форсунками установок, работающих с малыми избытками воздуха), подбор комплекта форсунок производится на основании данных стендовых проливок.

5.7. Требования п. 5.5 могут быть выполнены, если точность изготовления и шероховатость поверхностей основных конструктивных элементов распыливающей головки будут не ниже приведенных в табл. 1 и 2.

5.8. Посадки распыливающих элементов должны выполняться в системе отверстия по 4—5 классу точности. Для форсунок с распылителем, состоящим из одного элемента, рекомендуется применять ходовую и широкоходовую посадку, а для форсунок с распылителем, состоящим из нескольких элементов, — скользящую или ходовую посадку.

5.9. Габаритные размеры по диаметру форсунки должны выполняться по 5 классу точности в системе отверстия. Длина форсунки должна выполняться по 7 классу точности.

5.10. Распыливающие элементы форсунок (распылитель, распределитель) должны изготавливаться из сталей марок Х13, 2Х13, 3Х13, 4Х13, Х18Н9Т, ШХ-15, ХВГ, 9ХВГ. Для форсунок на давление 30 кгс/см^2 и выше эти элементы должны изготавливаться из сталей марок ХШ-15, ХВГ, 9ХВГ, 4Х13, Х18Н9Т.

При изготовлении распыливающих элементов рекомендуется применять методы технологической обработки, повышающие твердость и сопротивляемость коррозии применяемых материалов (термообработка, диффузионное хромирование и т. п.).

5.11. Корпус распыливающей головки, накидная гайка и ствол форсунки должны изготавливаться из сталей 3Х13, Х18Н9Т.

5.12. В процессе эксплуатации вследствие износа и деформации деталей распыливающей головки характеристики форсунки могут существенно изменяться. Контроль за отклонением должен производиться на основе стендовых испытаний с определением номинального расхода, угла раскрытия, плотности орошения и прочности форсунки. Величины предельных отклонений, как по от-

Таблица 1

Наименование элемента	Точность изготовления	
	Форсунки производительностью до 2000 кг/ч	Форсунки производительностью более 2000 кг/ч
Диаметр сопла	По 3 классу в системе отверстия	По 4 классу в системе отверстия
Высота сопла	По 3 классу	По 4 классу
Глубина и ширина тангенциальных каналов	По 4 классу	По 5 классу
Диаметр камеры завихривания	По 4 классу	По 5 классу
Высота камеры завихривания	По 6 классу	По 6 классу
Технологический диаметр камеры завихривания	По 6 классу	По 6 классу

Таблица 2

Наименование поверхности	Параметры шероховатости, мкм	
	Форсунки производительностью до 2000 кг/ч	Форсунки производительностью более 2000 кг/ч
Плоскости, обеспечивающие плотность соединения отдельных элементов	R_a0,32 . . . 0,08	R_a0,32 . . . 0,08
Выходное сопло и торцевая поверхность распылителя	R_a0,63 . . . 0,32	R_a2,50 . . . 1,25
Стенки тангенциальных каналов	R_z20 . . . 10	R_z40 . . . 20
Поверхность камеры завихривания	R_a2,50 . . . 0,63	R_z20 . . . 10
Поверхность выточки для подачи топлива в тангенциальные каналы	R_a2,50 . . . 0,63	R_z20 . . . 10
Остальные поверхности	R_z40 . . . 10	R_z80 . . . 20
Кромки сопла, тангенциальных каналов, выточки для подачи топлива в тангенциальные каналы	Шлифуются наждачной бумагой с размером зерна 5 микрон 0,63 . . . 0,32 Шлифовать	

дельным форсункам, так и по их комплектам, устанавливаются в зависимости от конструкции, типа, назначения и эксплуатационных требований энергетической установки в целом. Непрерывный срок работы форсунки до момента, когда ее необходимо снять для ремонта или чистки, должен составлять не менее 2—3 месяцев.

6. ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ ФОРСУНОК

6.1. Производительность форсунки должна определяться на стенде весовым или объемным методом. Измерение массы или объема при испытании форсунок должно производиться с точностью $\pm 1\%$.

6.2. Угол раскрытия топливного факела рекомендуется определять методом фотографирования. По фотографии определяется истинный угол раскрытия у корня форсунки без обжатия факела потоком воздуха, возникающего в окружающем пространстве при работе форсунки. Для повышения точности измерения угла рекомендуется применять приспособления, уменьшающие величину обжатия. Измерение угла должно производиться с точностью до $\pm 2\%$.

6.3. Равномерность плотности орошения по окружности факела определяется путем улавливания капель в круглую ванну, разделенную на 16 секторов. Сток жидкости из каждого сектора осуществляется в изолированные мензурки. Измерение уровня жидкости в мензурках должно осуществляться с точностью до $\pm 2\%$.

6.4. Плотность орошения по диаметру факела определяется путем улавливания капель в каплеуловители, расположенные по окружности радиусом 500 мм с центром, совпадающим с соплом форсунки. Оси каплеуловителей должны быть расположены таким образом, чтобы все они проходили через центр сопла форсунки. Каплеулавливающее сечение каплеуловителей должно быть не менее 314 мм^2.

6.5. Дисперсность распыливания топлива рекомендуется определять на основе измерения максимального диаметра капли. Измерение диаметра может производиться путем фотографирования пробы капель, уловленной на предметное стекло, покрытое слоем улавливающей смазки. В качестве смазки рекомендуется применять смесь вазелина с трансформаторным или турбинным маслом в соотношении 1 : 1. Вязкость смеси должна быть 15—20°ВУ.

Слой масла на предметном стекле должен иметь толщину не менее 1000 мкм. При улавливании капель, диаметр которых более толщины слоя масла на предметном стекле пробоотборника, необходимо внести поправку на изменение формы капли, которая в этом случае принимает форму сфероида. Конструкция затвора и время его срабатывания должны обеспечивать улавливание на предметном стекле не менее 50—70 штук капель. Для повышения точности определения размера капли рекомендуется производить 3 измерения с последующим осреднением результатов.

6.6. При всех испытаниях по пунктам 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 и 6.5 в качестве распыливаемой жидкости рекомендуется использовать воду. При определении расходных характеристик по п. 6.1 для повышения точности измерений рекомендуется использовать топливо, на котором будет работать установка.

6.7. При всех испытаниях по пп. 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 и 6.5 ось форсунки должна занимать вертикальное положение.

7. ПРИМЕР РАСЧЕТА ФОРСУНКИ

7.1. Исходными данными для расчета форсунки являются:

— производительность $G=3000$ кг/ч;

— угол раскрытия факела $\alpha_ф=75°$;

— давление топлива перед форсункой $\Delta p=40$ кгс/см^2;

— топливо — мазут М100 при температуре подогрева $t=100°$ С (плотность $\rho=900$ кг/м^3, вязкость $\nu=20$ мм^2/с, поверхностное натяжение $\sigma=50$ Н/м);

— диапазон регулирования 100—50%;

— требования к качеству распыливания: на номинальной нагрузке $\delta_{max-100}=800$ мкм, на минимальной $\delta_{max-100}=1500$ мкм, где $\delta_{max-100}$ — максимальный размер капли.

7.2. В соответствии с п. 2.4 определяем, что для распыливания этого топлива необходима форсунка, масштаб которой равен:

$$M=\frac{G}{0{,}77\sqrt{\Delta p\rho}}=\frac{3000}{0{,}77\sqrt{40\cdot 900}}=20{,}5 \text{ мм}^2.$$

7.3. Проверяем соответствие показателей дисперсности распыливания требованиям, предъявляемым по условиям выгорания топлива в факеле. Здесь может быть задан один из следующих показателей распыливания:

— максимальный размер капли $\delta_{max-100}$, мкм;

— наиболее вероятный диаметр капли δ_0, мкм;

— параметр распределения a;

— максимальный диаметр капли, который имеет место при распыливании объема жидкости с массой B — δ_{max-B}, мкм;

— общее количество капель, которое образуется при распыливании объема жидкости с массой B — N, шт.;

— поверхность всех капель объема распыленной жидкости с массой B — S, м^2;

— удельная поверхность единицы массы распыленной жидкости $\frac{S}{B}$, м^2/кг.

В зависимости от вида заданных показателей распыливания соответствие их выбранным параметрам форсунки проверяется по пп. 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8.

В рассматриваемом примере задан максимальный размер капли $\delta_{max-100}=800$ мкм. Для данной форсунки получим по 3.6:

$$\delta_{max-100}=1000\sqrt{\frac{M}{\Delta p}}=1000\sqrt{\frac{20{,}5}{40}}\approx 715 \text{ мкм}.$$

Если при расчете окажется, что дисперсность распыливания топлива не соответствует условиям выгорания, то необходимо путем изменения мощности единичной форсунки (при соответствующем изменении количества форсунок на всю установку), или путем изменения давления топлива перед форсункой, или путем изменения параметров топочного устройства (теплового напряжения, объема, длины пути выгорания и т. п.) получить необходимое соответствие характеристик распыливания условиям выгорания.

7.4. Проверяем соответствие показателей дисперсности распыливания заданному диапазону регулирования. Для заданных параметров работы форсунки показатель дисперсности $\delta_{max-100}$ на нагрузке 50% в соответствии с п. 4.2 равен:

$$(\delta_{max-100})_{50\%} = \frac{G_{ном}}{G_{50\%}} \delta_{max-100-ном} = \frac{3000}{1500} \cdot 715 = 1430 \text{ мкм}.$$

Таким образом, данные расчета δ_{max} совпадают с исходными требованиями.

7.5. После проверки характеристик дисперсности распыливания производится расчёт геометрических размеров распылителя. С этой целью определяется геометрическая характеристика форсунки по заданному углу раскрытия факела в соответствии с п. 2.6:

$$A = \left(\frac{\alpha_ф}{60}\right)^3 = \left(\frac{75}{60}\right)^3 = 1{,}95.$$

7.6. По п. 2.7 вычисляется диаметр сопла распылителя

$$d = \sqrt{M\sqrt{A^2 + 1{,}5}} = \sqrt{20{,}5\sqrt{(1{,}95)^2 + 1{,}5}} = 6{,}85 \text{ мм}.$$

Округляем величину диаметра сопла до $d = 6{,}8$ мм. Как указывалось выше, округление диаметра сопла не отражается на точности расчета расходной характеристики. Незначительные отклонения могут быть только в угле раскрытия факела. Эти отклонения можно проконтролировать по формуле п. 2.6.

7.7. По конструктивным данным в соответствии с указаниями, приведенными в п. 2.8, выбирается соотношение $\frac{d}{D}$. В данном примере примем $\frac{d}{D} = 0{,}75$, откуда

$$D = \frac{d}{0{,}75} \approx 9{,}0 \text{ мм}.$$

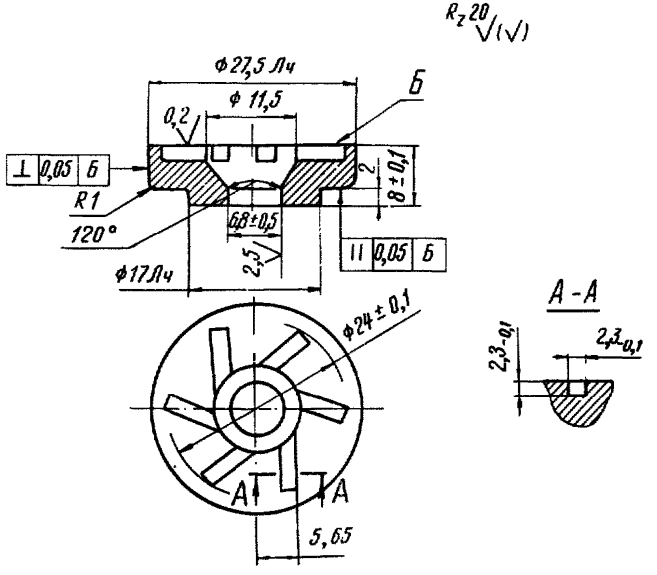
7.8. В соответствии с п. 2.9 вычисляется общая площадь тангенциальных каналов nf.

$$nf = \frac{d^{1,2} D^{0,8}}{A} = \frac{(6{,}8)^{1,2} \cdot 9^{0,8}}{1{,}84} = 31{,}4 \text{ мм}^2.$$

7.9. Исходя из величины общей площади, в соответствии с рекомендациями пп. 2.3 и 2.10, а также раздела 5 настоящего РТМ,

выбирается количество, ширина, высота и длина тангенциальных каналов.

В данном случае конструкция распылителя может быть выполнена с четырьмя каналами размером $(2{,}8\pm0{,}05)\times(2{,}8\pm0{,}05)$ или шестью каналами $(2{,}3—0{,}1)\times(2{,}3—0{,}1)$. Оба варианта в отношении качества работы форсунки практически равноценны. Однако в первом случае форсунка будет менее чувствительна к качеству фильтрации топлива, а во втором она может быть выполнена с меньшим габаритным диаметром распыливающей головки.



1. Закалить HRC 61—62. 2. Маркировать тип форсунки. 3. Неуказанные предельные отклонения размеров по CM_7

Черт. 2

7.10. Технологический диаметр камеры завихривания вычисляется в соответствии с п. 2.11; в рассматриваемом примере для завихрителя с шестью каналами

$$D_т = 1{,}02D + b = 1{,}02\cdot9 + 2{,}3 = 11{,}5 \text{ мм}.$$

7.11. Полученные данные позволяют приступить к эскизному проектированию форсунки на заданные параметры. Другие конструктивные размеры форсунки выбираются в соответствии с рекомендациями раздела 5 настоящего РТМ, а также дополнительными требованиями, предъявляемыми к форсунке конструктивными, технологическими или эксплуатационными особенностями топочного устройства энергетической установки. Один из возможных вариантов, выполненный по данным приведенного выше расчета, представлен на черт. 2.

Ответственный за выпуск *В. С. Розанова.*

Редактор *Н. М. Чернецова.*

Техн. ред. *Н. П. Белянина.* Корректор *Г. Х. Макарова.*

Сдано в набор 4.07.75. Подписано к печ. 22.11.75. Формат бум. 60×90 1/16.
Тираж 500. Заказ 545. Цена 20 коп.

gost.e-ecolog.ru

Редакционно-издательский отдел ЦКТИ им. И. И. Ползунова.
194021, Ленинград, Политехническая ул., д. 24.