

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

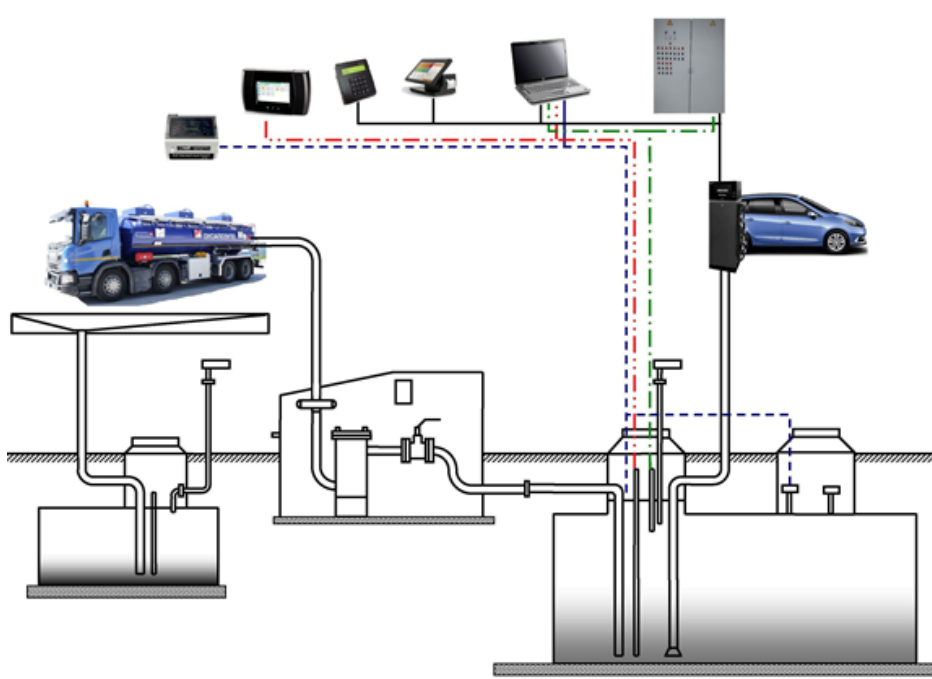
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела

АВТОЗАПРАВочНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к выполнению практических расчетов и курсовой работы
для студентов направления подготовки
21.03.01 «Нефтегазовое дело»
всех форм обучения*



Воронеж 2022

УДК 725.384(07)
ББК 39.77я7

Составитель
Д. Н. Китаев, С. Г. Тульская

Автозаправочные комплексы: методические указания к выполнению практических расчетов и курсовой работы для студентов направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Д. Н. Китаев; С. Г. Тульская. — Воронеж: ВГТУ, 2022. — 15 с.

Методические указания содержат методики расчета технологических процессов на автозаправочных комплексах.

Предназначены для студентов бакалавриата направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» всех форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ_АЗК_ПР_КР.pdf.

Табл. 3. Библиогр.: 7 назв.

УДК 725.384(07)
ББК 39.77я7

Рецензент – *М.Н. Жерлыкина, канд. техн. наук, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства ВГТУ*

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ВВЕДЕНИЕ

Основным назначением автозаправочной станции (АЗС) является заправка транспортных средств автомобильным бензином, дизельным топливом и маслами, а также их отпуск в тару клиентов через топливораздаточные (ТРК) и маслораздаточные колонки (МРК). АЗС, на которых кроме заправки транспортных средств осуществляется реализация фасованных нефтепродуктов, автомобильных принадлежностей и запасных частей, продовольственных и промышленных товаров, оказание услуг по обслуживанию транспортных средств, водителей и пассажиров, относятся к категории автозаправочных комплексов (АЗК). [5,6]

На АЗС и АЗК обязательными являются: здание операторной, сооружения для очистки сточных вод, сооружения для размещения технологического оборудования (сооружения для установки и обслуживания резервуаров, коробка для прокладки трубопроводов и кабелей, эстакады для слива нефтепродукта), информационные табло с указанием ассортимента отпускаемых нефтепродуктов, оказываемых услуг и видов обслуживаемого транспорта. На АЗК, кроме того, должны быть построены здания для размещения пунктов технического обслуживания автомобилей и пунктов сервисного обслуживания потребителей (магазин сопутствующих товаров, кафе, рестораны, санузлы). Здания и сооружения АЗК имеют следующие особенности: помещения операторных, станций технического обслуживания автомобилей (СТОА), кафе-баров, магазинов сопутствующих товаров, санузлов и т.п. могут располагаться в одном или нескольких зданиях; помещения, здания и сооружения АЗК могут оснащаться системами автоматического пожаротушения; закрытые пространства очистных сооружений АЗК могут оснащаться сигнализаторами взрывоопасных концентраций паров топлива; площадки для установки автоцистерн могут оснащаться сооружениями для отвода и сбора крупных проливов нефтепродуктов; территории зоны АЗС, СТОА, трансформаторных подстанций могут иметь ограждения[1].

Важную роль в процессе проектирования АЗК играет умение осуществлять практические расчеты. Методикам практических расчетов посвящены данные методические указания. Они способствуют развитию практических навыков в расчетах оборудования автозаправочных станций.

Данные методические указания предназначены для аудиторной и самостоятельной работы студентов бакалавриата направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» всех форм обучения. Также полезны для студентов других направлений подготовки, изучающих дисциплины, связанные с малыми нефтебазами, осуществляющих практические расчеты. Приведенные в методических указаниях методики расчетов способствуют лучшему усвоению теоретического материала и комплексному анализу полученных результатов.

1. РАСЧЕТ ПОТЕРЬ АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНА ОТ «БОЛЬШИХ ДЫХАНИЙ»

Потери от «больших дыханий» – это потери от вытеснения паров нефтепродукта из газового пространства (ГП) резервуара закачиваемым нефтепродуктом.

При откачке бензина из резервуара объем газового пространства увеличивается. Поэтому давление в нем падает, и через дыхательную арматуру в резервуар подсасывается атмосферный воздух. Это, с одной стороны, приводит к снижению средней концентрации углеводородов в газовом пространстве, а с другой стороны, струя воздуха омывает поверхность нефтепродукта. В результате процесс его испарения интенсифицируется. При последующем заполнении резервуара нефтепродукт, поступая в герметизированный резервуар, сжимает паровоздушную смесь до давления, на которое рассчитан дыхательный клапан. Как только давление станет равным расчетному давлению дыхательного клапана, из резервуара будет выходить паровоздушная смесь, начнется «большое дыхание» («выдох»). Чем больше давление, на которое отрегулирован дыхательный клапан, тем позднее начнется «большое дыхание» [3,4].

Рассмотрим методику расчета потерь автомобильного бензина от «больших дыханий», если закачка производится днем в солнечную погоду при следующих технологических параметрах:

- тип резервуара: РВС-5000;
- диаметр резервуара, $D=22,79$ м;
- высота корпуса, $H_p=11,86$ м;
- высота конуса крыши, $H_k=0,57$ м;
- нагрузка дыхательного клапана типа НДМКМ-200:
 - на вакуум – $P_{кв}=196,2$ Па;
 - на давление – $P_{ко}=1962$ Па;
- количество дыхательных клапанов $n=2$ шт.;
- диаметр патрубка клапана $d=200$ мм.

Атмосферное давление P_a , температуру начала кипения бензина $T_{нк}$, среднюю температуру бензина, $T_{н.ср}$, производительность заправки бензина Q , начальный и конечный уровень разлива $H_{взл1}$, $H_{взл2}$, время простоя $\tau_{пр}$, представлены в табл. 1.1 по вариантам.

Находим молярную массу бензиновых паров M , кг/кмоль, по формуле

$$M = 52,629 - 0,246T_n + 0,001T_n^2, \quad (1.1)$$

где T_n , К - средняя температура кипения фракций бензина, находящегося в парах, определяемая по формуле

$$T_n = T_{нк} - 30. \quad (1.2)$$

Таблица 1.1

Исходные данные для расчета

Ва- ри- ант	$H_{\text{взл1}}$, м	$H_{\text{взл2}}$, м	Q , м ³ /ч	$\tau_{\text{пр}}$, ч	$T_{\text{нк}}$, К	$T_{\text{н.ср}}$, К	P_a , Па	Ва- ри- ант	$H_{\text{взл1}}$, м	$H_{\text{взл2}}$, м	Q , м ³ /ч	$\tau_{\text{пр}}$, ч	$T_{\text{нк}}$, К	$T_{\text{н.ср}}$, К	P_a , Па
1	1	10	500	10	303	298	97185	16	2,5	8,5	350	25	307,5	283	99285
2	1,1	9,9	490	11	303,3	297	97325	17	2,6	8,4	340	23	307,8	282	99425
3	1,2	9,8	480	12	303,6	296	97465	18	2,7	8,3	330	22	308,1	281	99565
4	1,3	9,7	470	13	303,9	295	97605	19	2,8	8,2	320	21	308,4	280	99705
5	1,4	9,6	460	14	304,2	294	97745	20	2,9	8,1	310	20	308,7	279	99845
6	1,5	9,5	450	15	304,5	293	97885	21	3	8	300	19	309	278	99985
7	1,6	9,4	440	16	304,8	292	98025	22	3,1	7,9	290	18	309,3	277	100125
8	1,7	9,3	430	17	305,1	291	98165	23	3,2	7,8	280	17	309,6	276	100265
9	1,8	9,2	420	18	305,4	290	98305	24	3,3	7,7	270	16	309,9	275	100405
10	1,9	9,1	410	19	305,7	289	98445	25	3,4	7,6	260	15	310,2	274	100545
11	2	9	400	20	306	288	98585	26	3,5	7,5	250	14	310,5	273	100685
12	2,1	8,9	390	21	306,3	287	98725	27	3,6	7,4	240	13	310,8	272	100825
13	2,2	8,8	380	22	306,6	286	98865	28	3,7	7,3	230	12	311,1	271	100965
14	2,3	8,7	370	23	306,9	285	99005	29	3,8	7,2	300	11	311,4	270	101105
15	2,4	8,6	360	24	307,2	284	99145	30	3,9	7,1	250	10	311,7	269	101245

Определяем плотность паров бензина ρ , кг/м³, по формуле

$$\rho = \frac{P_1 M}{T_{\text{н.ср}} R_\mu}, \quad (1.3)$$

где R_μ - универсальная газовая постоянная; P_1 – абсолютное давление в газовом пространстве в начале закачки, принимаемое для дневных условий равным атмосферному давлению P_a .

Находим высоту газового пространства перед закачкой бензина $H_{\Gamma 1}$, м:

$$H_{\Gamma 1} = H_p - H_{\text{взл1}} + \frac{H_\kappa}{3}. \quad (1.4)$$

Находим объем газового пространства $V_{\Gamma 1}$, м³, перед закачкой бензина:

$$V_{\Gamma 1} = \frac{\pi D^2}{4} H_{\Gamma 1}. \quad (1.5)$$

Определяем объем закачиваемого бензина V_H , м³, по формуле

$$V_H = \frac{\pi D^2}{4} (H_{\text{взл2}} - H_{\text{взл1}}). \quad (1.6)$$

Находим высоту газового пространства после заправки бензина $H_{Г2}$, м:

$$H_{Г2} = H_p - H_{взл2} + \frac{H_k}{3}. \quad (1.7)$$

Определяем время заправки бензина τ_3 , ч, по формуле

$$\tau_3 = \frac{V_H}{Q}. \quad (1.8)$$

Определяем прирост относительной концентрации $\frac{\Delta C_2}{C_s}$ за время τ , равное сумме времени простоя $\tau_{пр}$ и заправки τ по формуле

$$\frac{\Delta C_2}{C_s} = 19,22 \cdot 10^{-6} \tau^3 - 36,14 \cdot 10^{-5} \tau^2 + 60,04 \cdot 10^{-4} \tau + 47,57 \cdot 10^{-3}. \quad (1.9)$$

Находим скорость выхода паровоздушной смеси V_B , м/с, через дыхательные клапаны:

$$V_B = \frac{4Q}{3600\pi nd^2}. \quad (1.10)$$

Определяем прирост относительной концентрации $\frac{\Delta C_1}{C_s}$ за время выкачки бензина по формуле

$$\frac{\Delta C_1}{C_s} = 1,455 \cdot 10^{-2} V_B + 7,273 \cdot 10^{-3}. \quad (1.11)$$

Находим среднюю относительную концентрацию паров $\frac{\Delta C}{C_s}$ в газовом пространстве:

$$\frac{\Delta C}{C_s} = \frac{H_{Г2}}{H_{Г1}} + \frac{\Delta C_1}{C_s} + \frac{\Delta C_2}{C_s}. \quad (1.12)$$

Исходя из физического смысла средняя относительная концентрация паров в газовом пространстве должна быть не больше единицы ($\frac{\Delta C}{C_s} \leq 1$). Если ре-

зультат вычисления формулы (1.12) получается больше единицы, то для дальнейших расчетов принимается $\frac{\Delta C}{C_s} = 1$.

Находим давление насыщенных паров P_s , кПа, при температуре бензина $T_{n.ср}$ по формуле:

$$P_s = -9 \cdot 10^{-5} \Delta T^3 + 207 \cdot 10^{-4} \Delta T^2 - 1,756 \Delta T + 57,676, \quad (1.13)$$

где $\Delta T = T_{нк} - T_{n.ср}$.

Находим среднее парциальное давление паров бензина P_v :

$$P_v = \frac{\Delta C}{C_s} P_s. \quad (1.14)$$

Находим потери бензина от одного «большого дыхания» $G_{бд}$, кг:

$$G_{бд} = \left[V_H - V_{г1} \left(\frac{P_2 - P_1}{P_2 - P_v} \right) \right] \frac{P_v}{P_2} \rho, \quad (1.15)$$

где $P_2 = P_a + P_{к0}$ – давление после закачки бензина, Па.

2. РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ СЛИВА БЕНЗИНА ИЗ АВТОЦИСТЕРНЫ

Наиболее затратный по времени этап процесса доставки топлива - это разгрузка на автозаправочной станции, занимающая более тридцати трех процентов рабочего времени. Затратам способствует необходимость контроля качества каждого вида топлива перед разгрузкой, а также существующие технологические схемы. Временной промежуток слива нефтепродуктов является одной из важнейших величин, с помощью которой можно составить оптимальные графики загрузки и выгрузки бензовозов.

Светлые нефтепродукты доставляются на АЗС автоцистернами, и далее они сливаются самотеком. При герметизированном сливе под уровень нефтепродукта (рис. 2.1) получение аналитического решения задачи по определению продолжительности слива крайне затруднительно. Подобные задачи решаются численно с реализацией на ЭВМ [2,4,7].

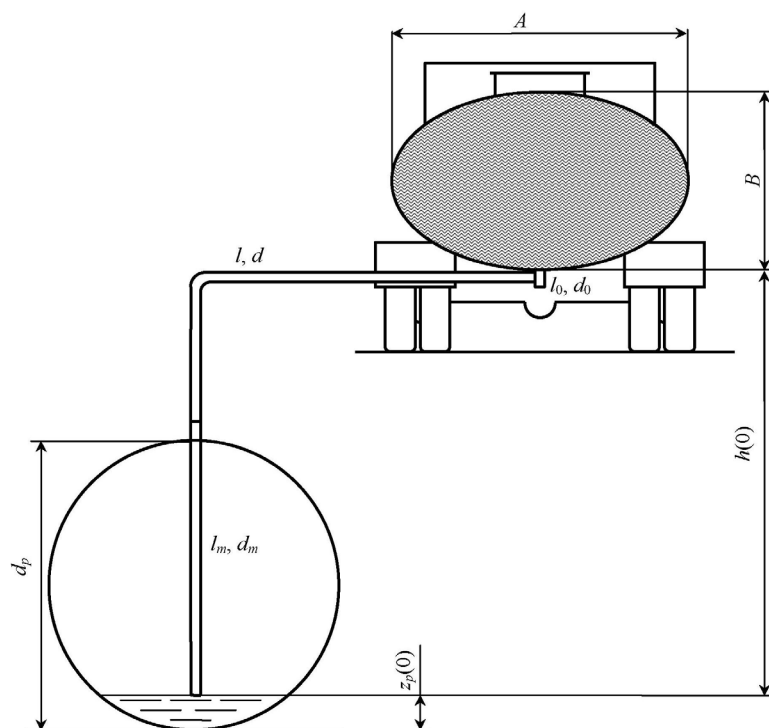


Рис. 2.1. Расчетная схема к определению времени самотечного слива бензина на АЗС

Необходимо определить продолжительность слива бензина из автоцистерны АЦ-10-260 при следующих исходных данных.

1. Приемный трубопровод резервуара АЗС:

длина $l_m=3$ м;
диаметр $d_m=0,104$ м.

2. Рукав автоцистерны:

длина $l=3$ м;
диаметр d , м.

3. Сливной патрубок:

длина $l_0=0,3$ м;
диаметр d_0 , м.

4. Сумма местных сопротивлений $\sum_{i=1}^n \xi_i$.

5. Плотность бензина ρ_b , кг/м³.

6. Начальный уровень бензина в резервуаре АЗС $z_p(0)$, м.

7. Расстояние по вертикали между нижней образующей автоцистерны и поверхностью нефтепродукта в приемном резервуаре в момент начала слива $h(0)=4$ м.

8. Эквивалентная шероховатость $K_s=0,2$ мм.

9. Параметры цистерны:

$A=2,17$ м;

$B=1,63$ м;

$L_u=4,3$ м.

10. Параметры приемного резервуара:

диаметр $d_p=2,76\text{м}$;

длина $L_p=4,278\text{м}$.

Резервуар вместимостью 25 м^3 оснащен дыхательным клапаном АЗТ 5-890-820, $P_{\kappa\partial.A}=10\text{кПа}$. Атмосферное давление $P_a=101325 \text{ Па}$, давление насыщенных паров бензина $P_s=99500 \text{ Па}$. Кинематическая вязкость бензина $\nu=0,7\cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

Значения параметров d , d_0 , ρ_6 , $z_p(0)$, $\sum_{i=1}^n \xi_i$ принимаются в зависимости от варианта по табл. 2.1.

Таблица 2.1

Исходные данные для расчета

Вариант	d_0 , м	ρ_6 , кг/м ³	$\sum_{i=1}^n \xi_i$	$z_p(0)$	d , м	Вариант	d_0 , м	ρ_6 , кг/м ³	$\sum_{i=1}^n \xi_i$	$z_p(0)$	d , м
1	0,08	720	3,00	0,9	0,08	16	0,065	750	2,25	1,05	0,065
2	0,079	722	2,95	0,91	0,079	17	0,064	752	2,20	1,06	0,064
3	0,078	724	2,90	0,92	0,078	18	0,063	754	2,15	1,07	0,063
4	0,077	726	2,85	0,93	0,077	19	0,062	756	2,10	1,08	0,062
5	0,076	728	2,80	0,94	0,076	20	0,061	758	2,05	1,09	0,061
6	0,075	730	2,75	0,95	0,075	21	0,06	760	2,00	1,1	0,06
7	0,074	732	2,70	0,96	0,074	22	0,059	762	1,95	1,11	0,059
8	0,073	734	2,65	0,97	0,073	23	0,058	764	1,90	1,12	0,058
9	0,072	736	2,60	0,98	0,072	24	0,057	766	1,85	1,13	0,057
10	0,071	738	2,55	0,99	0,071	25	0,056	768	1,80	1,14	0,056
11	0,07	740	2,50	1	0,07	26	0,055	770	1,75	1,15	0,055
12	0,069	742	2,45	1,01	0,069	27	0,054	772	1,70	1,16	0,054
13	0,068	744	2,40	1,02	0,068	28	0,053	774	1,65	1,17	0,053
14	0,067	746	2,35	1,03	0,067	29	0,052	776	1,60	1,18	0,052
15	0,066	748	2,30	1,04	0,066	30	0,051	778	1,55	1,19	0,051

Находим коэффициент гидравлического сопротивления рукава автоцистерны λ_y по формуле

$$\lambda_y = \frac{0,0125}{\sqrt[3]{d}}. \quad (2.1)$$

В зависимости от коэффициента Лейбензона m (режим движения) находят значение функции $f(A_*)$:

$$f(A_*) = \begin{cases} 1 & \text{при } m > 0,123; \\ 10^{0,127 \lg \frac{d_m}{d_0}} & \text{при } m = 0,123; \\ \left(\frac{d_m}{d_0}\right)^{0,25} & \text{при } m = 0. \end{cases} \quad (2.2)$$

В первом приближении рекомендуется принять течение бензина в зоне смешанного трения турбулентного режима ($m=0,123$).

Принимая в первом приближении $\lambda_y = \lambda_m$, находим коэффициент расхода сливной коммуникации μ_{pa} по формуле

$$\mu_{pa} = \left\{ 1 + \sum_{i=1}^n \xi_i \left(\frac{d_m}{d_i} \right)^4 + \lambda_y \frac{l}{d} \left(\frac{d_m}{d} \right)^4 + \frac{\lambda_m}{d_m} \left[l_m + l_0 f(A_*) \left(\frac{d_0}{d_m} \right)^{4-m} \right] \right\}^{-0,5}. \quad (2.3)$$

Определяем относительный взлив в резервуаре $\bar{z}(0)$, м, по формуле

$$\bar{z}(0) = \frac{z_p(0)}{d_p}. \quad (2.4)$$

Находим начальный уровень бензина $V(0)$, м³ в приемном резервуаре:

$$V(0) = d_p^2 L_p \left[0,25 \arcsin 2\sqrt{\bar{z}(1-\bar{z})} - (0,5 - \bar{z})\sqrt{\bar{z}(1-\bar{z})} \right], \text{ при } \bar{z}(0) < 0,5; \quad (2.5)$$

$$V(0) = d_p^2 L_p 0,25 \left[\pi - \arcsin 2\sqrt{\bar{z}(1-\bar{z})} + 4(\bar{z} - 0,5)\sqrt{\bar{z}(1-\bar{z})} \right], \text{ при } \bar{z}(0) \geq 0,5. \quad (2.6)$$

Учитывая объем автоцистерны V_u , после завершения слива количество бензина в приемном резервуаре станет равным $V = V_u + V(0)$.

В зависимости от предварительно задаваемого значения $\bar{z}$, записывают уравнение вида:

$$\frac{V}{d_p^2 L_p} = 0,25 \arcsin 2\sqrt{\bar{z}(1-\bar{z})} - (0,5 - \bar{z})\sqrt{\bar{z}(1-\bar{z})} \text{ при } \bar{z}(0) < 0,5; \quad (2.7)$$

$$\frac{V}{d_p^2 L_p} = 0,25 \left[\pi - \arcsin 2\sqrt{\bar{z}(1-\bar{z})} + 4(\bar{z} - 0,5)\sqrt{\bar{z}(1-\bar{z})} \right] \text{ при } \bar{z}(0) \geq 0,5. \quad (2.7^*)$$

Уравнения (2.7) или (2.7*) необходимо решить относительно $\bar{z}$, например, численными методами.

Находим изменение высоты разлива в резервуаре Δz_p , м:

$$\Delta z_p = d_p \left(\bar{z} - \bar{z}(0) \right). \quad (2.8)$$

Находим среднюю скорость бензина в начале $v_{cp.n}$ и конце $v_{cp.k}$, м/с, слива по формулам:

$$v_{cp.n} = \mu_{pa} \sqrt{2g(B + h(0))}, \quad (2.9)$$

$$v_{cp.k} = \mu_{pa} \sqrt{2g \left(h(0) - \Delta z_p + \frac{P_s - P_a - P_{кд.А}}{\rho_{\delta} g} \right)}. \quad (2.10)$$

Определяем среднюю скорость нефтепродукта v_{cp} , м/с, в приемном трубопроводе:

$$v_{cp} = 0,5(v_{cp.n} + v_{cp.k}). \quad (2.11)$$

Определяем число Рейнольдса для приемного трубопровода:

$$Re = \frac{v_{cp} d_m}{\nu}, \quad (2.12)$$

относительную шероховатость ε :

$$\varepsilon = \frac{K_{\varepsilon}}{d_m}, \quad (2.13)$$

и переходные числа Рейнольдса:

$$Re_I = \frac{10}{\varepsilon}; \quad (2.14)$$

$$Re_{II} = \frac{500}{\varepsilon}. \quad (2.14^*)$$

В зависимости от режима движения определяем значение коэффициента гидравлического сопротивления приемного трубопровода λ_m :

$$\lambda_m = \begin{cases} \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}}, & 2320 < \text{Re} < \text{Re}_I; \\ 0,11 \left(\varepsilon + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25}, & \text{Re}_I < \text{Re} < \text{Re}_{II}, \\ 0,11 \varepsilon^{0,25}, & \text{Re}_{II} < \text{Re}. \end{cases} \quad (2.15)$$

Находим уточненную величину значения функции $f(A_*)$ по формуле (2.2).

Находим уточненное значение коэффициента расхода сливной коммуникации μ_{pa}^* по формуле (2.3). Допустимое отличие значений μ_{pa} от μ_{pa}^* не должно быть более 5 %.

Определяем площадь сечения сливного трубопровода f_m , м²:

$$f_m = \frac{\pi d_m^2}{4}. \quad (2.16)$$

Находим время полного слива автоцистерны τ , с, по формуле

$$\tau = \frac{\pi L_u AB}{f_m v_{cp}}. \quad (2.17)$$

3. РАСЧЕТ ПОТЕРЬ БЕНЗИНА С УТЕЧКОЙ ЧЕРЕЗ СВИЩ

Определить, какой объем бензина вытечет через коррозионный свищ диаметром d , мм, находящемся на расстоянии h , м от дна в стенке резервуара. Уровень взлива в период истечения составлял $h_{\text{взл}}=5,5$ м. Продолжительность истечения τ , ч. Вязкость бензина при условиях истечения $\nu=0,85 \cdot 10^{-6}$ м²/с. Исходные данные принять по табл. 3.1.

Определяем напор ΔH , м, с которым происходит истечение по формуле

$$\Delta H = h_{\text{взл}} - h. \quad (3.1)$$

Находим площадь сечения f , м², периметр χ , м, и характерный линейный размер L , м, отверстия:

$$f = 0,25 \pi d^2; \quad (3.2)$$

$$\chi = \pi d; \quad (3.3)$$

$$L = \frac{4f}{\chi}. \quad (3.4)$$

Таблица 3.1

Исходные данные для расчета

Вари- ант	d , мм	h , м	τ , с	Вари- ант	d , мм	h , м	τ , с	Вари- ант	d , мм	h , м	τ , с
1	0,55	3	5	11	1,05	2	8	21	1,55	1	11
2	0,6	2,9	5,3	12	1,1	1,9	8,3	22	1,6	0,9	11,3
3	0,65	2,8	5,6	13	1,15	1,8	8,6	23	1,65	0,8	11,6
4	0,7	2,7	5,9	14	1,2	1,7	8,9	24	1,7	0,7	11,9
5	0,75	2,6	6,2	15	1,25	1,6	9,2	25	1,75	0,6	12,2
6	0,8	2,5	6,5	16	1,3	1,5	9,5	26	1,8	0,5	12,5
7	0,85	2,4	6,8	17	1,35	1,4	9,8	27	1,85	0,4	12,8
8	0,9	2,3	7,1	18	1,4	1,3	10,1	28	1,9	0,3	13,1
9	0,95	2,2	7,4	19	1,45	1,2	10,4	29	1,95	0,2	13,4
10	1	2,1	7,7	20	1,5	1,1	10,7	30	2	0,1	13,7

Определяем число Рейнольдса для условий истечения:

$$Re = \frac{L\sqrt{2g\Delta H}}{\nu} . \quad (3.5)$$

В зависимости от режима движения определяем коэффициент расхода μ_p :

$$\mu_p = \begin{cases} 0,592 + \frac{0,27}{Re^{\frac{1}{6}}}, & \text{при } 300 < Re \leq 10000, \\ 0,592 + \frac{5,5}{Re^{0,5}}, & \text{при } Re > 10000. \end{cases} . \quad (3.6)$$

Находим расход бензина Q , м³/с, вытекающего через отверстие в стенке резервуара:

$$Q = 3600\mu_p f \sqrt{2g\Delta H} . \quad (3.7)$$

Находим объем бензина V , м³, вытекающего за рассматриваемое время τ :

$$V = Q\tau . \quad (3.8)$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шалай, В. В. Проектирование и эксплуатация нефтебаз и АЗС: учеб. пособие. / В. В. Шалай, Ю. П. Макушев. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 296 с.
2. Коршак, А.А. Нефтебазы и АЗС: учеб. пособие / А.А. Коршак, Г.Е. Корабейников, Е.М. Муфтахов. – Уфа: Дизайн полиграф сервис, 2006. – 416 с.
3. Транспорт и хранение нефти и газа в примерах и задачах: учеб. пособие / под общ. ред. Ю.Д. Земенкова. – СПб.: Недра, 2004. – 544 с.
4. Тугунов, П.И. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов: учеб. пособие для вузов / П.И. Тугунов [и др.] – Уфа: ООО «Дизайн-Полиграф Сервис», 2002. – 658 с.
5. ГОСТ Р 58404-2019 Станции и комплексы автозаправочные. Правила технической эксплуатации. – М.: Стандартиформ, 2019. – 54с.
6. СП 156.13130.2014. Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2014. – 47с.
7. Китаев, Д.Н. Расчет технологических процессов и оборудования автозаправочных станций / Д.Н. Китаев, С.Г. Тульская; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 60с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Расчет потерь автомобильного бензина от «больших дыханий».....	4
2. Расчет времени слива бензина из автоцистерны.....	7
3. Расчет потерь бензина с утечкой через свищ.....	12
Библиографический список.....	14

АВТОЗАПРАВОЧНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению практических расчетов и курсовой работы
для студентов направления подготовки
21.03.01 «Нефтегазовое дело»
всех форм обучения

Составители:
Китаев Дмитрий Николаевич
Тульская Светлана Геннадьевна

Издается в авторской редакции

Рисунок на обложке с сайта yandex: картинки

Подписано к изданию 24.05.2022.
Уч.-изд. л. 0,7.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84