

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра теплотехніки і теплових двигунів

**РОБОЧА ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ**

з дисципліни

***«НОРМУВАННЯ ВИТРАТ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ
РЕСУРСІВ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»***

Харків – 2014

Робоча програма, методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри теплотехніки та теплових двигунів 25 лютого 2013 р., протокол № 3.

Призначено для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності «Теплоенергетика».

Викладені робоча програма, методичні вказівки і завдання до контрольної роботи, які студенти денної форми навчання використовують для вивчення тем дисципліни та роботи на практичних заняттях, а студенти заочної форми навчання зможуть використати також для вивчення відповідних тем курсу та виконання контрольної роботи. У зв'язку з відсутністю підручника і навчальних посібників наводяться відповідні посилання на літературу.

Укладачі:

доценти В.А. Корогодський,
М.Б. Чубикало,
асистенти О.В. Панчук,
О.В.Василенко

Рецензент

доц. В.В. Савенко

РОБОЧА ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

з дисципліни

*«НОРМУВАННЯ ВИТРАТ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ
РЕСУРСІВ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»*

Відповідальний за випуск Чубикало М.Б.

Редактор Решетилова В.В.

Підписано до друку 14.05.13 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,75. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Кафедра “Теплотехніка і теплові двигуни”

Робоча програма, методичні вказівки
та контрольні завдання з дисципліни
«НОРМУВАННЯ ВИТРАТ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ
РЕСУРСІВ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»

2014

Робоча програма, методичні вказівки та контрольні завдання з дисципліни «Нормування витрат паливно-енергетичних ресурсів на залізничному транспорті» розглянуті і рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Теплотехніка та теплові двигуни» від 25 лютого 2013 р., протокол № 3.

Призначено для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності «Теплоенергетика».

Викладені робоча програма, методичні вказівки і завдання до контрольної роботи, які студенти денної форми навчання використовують для вивчення тем дисципліни та роботи на практичних заняттях, а студенти заочної форми навчання зможуть використати також для вивчення відповідних тем курсу та виконання контрольної роботи. У зв'язку з відсутністю підручника і навчальних посібників наводяться відповідні посилання на літературу.

Укладачі:

доценти В.А. Корогодський,
М.Б. Чубикало,
асистенти О.В. Панчук,
О.В.Василенко

Рецензент

доц. В.В. Савенко

ЗМІСТ

	Вступ	4
1	Робоча програма та методичні вказівки до тем дисципліни	5
1.1	Споживання паливно-енергетичних ресурсів залізничним транспортом	5
1.2	Нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві	6
1.3	Нормування витрат палива і електричної енергії на тягу поїздів	7
1.4	Планові норми витрати палива і електроенергії для локомотивів	9
1.5	Нормування витрат теплової і електричної енергії на обігрів і вентиляцію будівель і кондиціонування повітря	10
1.6	Нормування витрати паливно-енергетичних ресурсів виробничо-технологічними споживачами	12
1.6.1	Опалювально-виробничі котельні	12
1.6.2	Розігрів нафтопродуктів	14
1.6.3	Промивально-пропарювальні станції	15
1.6.4	Зовнішні теплові мережі	16
1.6.5	Виробничі печі	17
1.6.6	Сушарки	19
1.6.7	Компресори	20
1.6.8	Мийні машини	21
1.7	Нормування витрати палива механізмами та машинами залізничного транспорту	22
1.8	Нормування витрати теплоти та палива на ремонт рухомого складу	24
2	Перелік практичних занять	25
3	Контрольні завдання	26
3.1	Загальні методичні вказівки	26
3.2	Завдання на контрольну роботу	26
	Список літератури	45

ВСТУП

Стан паливно-енергетичного комплексу держави в значній мірі визначає її економічну та політичну незалежність, рівень національної безпеки. Власними природними енергоресурсами Україна на даний час забезпечує свої потреби лише на 47 %. В той же час ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) в Україні дуже низька. На сьогодні питомі витрати палива та енергії на одиницю ВВП в середньому більше ніж втричі перевищують аналогічний показник для промислово розвинутих країн. За рахунок енергозбереження можна майже подвоїти власні паливні можливості країни. З метою раціонального використання та економії ПЕР і введено їх нормування. Воно необхідне також для прогнозування обсягів їх споживання на підприємствах, у регіонах, галузях та у цілому в державі. Норми встановлюються на всі види ПЕР незалежно від джерел їх постачання та характеру їх споживання.

Метою вивчення дисципліни «Нормування витрат паливно-енергетичних ресурсів на залізничному транспорті» є освоєння розрахунково-аналітичного методу нормування витрати енергоносіїв споживачами залізничного транспорту. Вивчення дисципліни базується на знаннях конструкцій, принципів роботи, теплових балансів і енергетичних характеристик теплоенергетичних установок залізничного транспорту, які вивчаються в дисциплінах “Котельні установки промислових підприємств”, “Високотемпературні теплотехнологічні процеси та установки”, “Теплосилові та теплоспоживаючі установки залізничного транспорту”, “Системи виробництва та розподілу енергоносіїв”, “Теплові мережі”, “Правила технічної експлуатації, статут залізниць, рухомий склад та тяга поїздів”.

У зв'язку з відсутністю навчального посібника з даної дисципліни після кожної теми наведені методичні вказівки для її вивчення з використанням відповідної літератури.

1 РОБОЧА ПРОГРАМА ТА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ

1.1 Споживання паливно-енергетичних ресурсів залізничним транспортом

Споживання палива і електричної енергії силовими установками тягових засобів. Показники техніко-економічної ефективності роботи силових установок локомотивів та інших засобів тяги, а також енергетичного обладнання рухомого складу і будівельно-дорожніх машин.

Виробничо-технологічні споживачі палива, теплоти і електроенергії: стаціонарні котельні, промислові печі, мийні машини, установки розігріву нафтопродуктів і пропарювання цистерн та ін.

1.1.1 Методичні вказівки

Експлуатаційна протяжність залізниць України становить 22,5 тис. км. Основний обсяг перевезень виконується на електрифікованих ділянках, експлуатаційна довжина яких складає 38 % від довжини залізниць.

При цьому збільшились питомі витрати електроенергії на тягу поїздів до 148 кВт год/10⁴ ткм брутто (на 14 %).

До основних показників техніко-економічної ефективності роботи силових установок тепловозів відносяться ККД двигунів і питомі витрати палива в грамах на кіловат-годину (г/(кВт·год)). Необхідно вивчити ці показники як для магістральних, так і для маневрових локомотивів.

Комплексна програма енергозбереження на залізничному транспорті, наприклад, потреба в 2010 р., передбачала потребу дизельного палива 827,4 тис т у.п. (умовного палива), електроенергії – 6815,4 млн кВт·год.

Значна частина ПЕР, до 1700 тис т у.п., буде споживатися стаціонарною енергетикою залізничного транспорту – це котельні і промислово-технологічні споживачі енергоносіїв (печі, мийні машини, розігрів нафтопродуктів, пропарювання і промивання

цистерн, ремонт рухомого складу та ін.).

Запитання для самоперевірки

1 Назвіть основні типи локомотивів та їх характеристики.

2 Які основні стаціонарні виробничо-технологічні споживачі ПЕР на залізничному транспорті?

3 Якими показниками характеризується ефективність роботи силових установок локомотивів та котелень.

1.2 Нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві

Мета нормування. Визначення поняття норми. Одиниці нормування. Класифікація норм витрати паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР). Склад норм витрати ПЕР. Методи розробки норм витрати. Експертиза норм та нормативів витрати ПЕР та порядок їх перегляду. Міжгалузеві та регіональні методики нормування.

1.2.1 Методичні вказівки

Нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві України здійснюється з метою раціонального використання та економії ПЕР і є основою для застосування економічних санкцій за їх нераціональне використання або матеріального стимулювання за економію.

Постановою Кабінету Міністрів України затверджені загальні положення про порядок нормування ПЕР, а наказом Держкоменергозбереження основні методичні положення [1, 2]. Ці документи є основою для розробки галузевих методик нормування.

Норма витрати ПЕР – це затверджений показник їх використання на одиницю виробленої продукції, орієнтований на прогресивне виробництво. За ступенями агрегації норми поділяються на індивідуальні та групові, за складом витрат – на технологічні та загальновиробничі, за періодом дії – на річні та кварталні (місячні) [8, с. 340]. Вивчаючи цю тему, треба звернути увагу на одиниці нормування, порядок розробки норм, їх перегляд та затвердження Держкоменергозбереження та Державною інспекцією

з енергозбереження.

1.2.2 Питання для самоперевірки

- 1 Що називається нормою витрати ПЕР?
- 2 Дайте класифікацію норм.
- 3 Які є методи розробки норм?
- 4 Хто здійснює експертизу норм?
- 5 Що відноситься до неефективних витрат ПЕР?
- 6 Як здійснюється матеріальне стимулювання за економією ПЕР?
- 7 Які економічні санкції застосовуються за марнотратне використання ПЕР?

1.3 Нормування витрати палива і електричної енергії на тягу поїздів

Визначення норм витрати палива і електроенергії для локомотивів. Нормування витрати палива та електроенергії на поїзну роботу локомотива: вихідна норма, вплив ступеня використання вантажопідйомності вагона, порожнього пробігу вагонів, типу вагонів, конструкції і стану колії її профілю, навколишнього середовища. Додаткові витрати палива і електроенергії у зв'язку з зупинками поїзда і його обслуговуванням. Розрахунок витрати палива і електроенергії за поїздку.

Особливості нормування витрати електроенергії і палива моторвагонного рухомого складу і дизель-поїздів.

Нормування витрати палива і електроенергії локомотивами на допоміжні види робіт (подвійна тяга, підштовхування, одиночне проходження, простій у гарячому резерві та ін.).

Нормування витрати палива маневровими тепловозами та рефрижераторними секціями.

1.3.1 Методичні вказівки

Нормування витрати електричної енергії і палива на тягу поїздів виконується згідно з методичними основами визначення норм і інструкцією з технічного нормування, які узагальнені в

[11, с. 219-311].

Норми визначаються для поїзної роботи на 10^4 ткм брутто, для локомотивів, які проходять резервом – на 100 лок.км, для маневрових локомотивів – 1 лок.год.

Величина технічної норми витрати палива і електроенергії локомотивами залежить від механічної роботи, яку вони виконують під час руху з поїздом на переміщення поїзда, а також від енергетичних затрат на обслуговування локомотива [11, с. 220-222].

Норма витрати палива і електроенергії на переміщення поїзда являє собою добуток вихідної норми і коефіцієнтів, які відображають конкретні умови роботи локомотива.

Основою розрахунку вихідної норми на переміщення поїзда є паливно-енергетичний паспорт локомотива. Він являє собою залежність величини питомої витрати палива або електроенергії від маси поїзда, швидкості його переміщення по прямому горизонтальному шляху [11, с. 224-229].

Навантаження на вісь прийнято рівним 17,5 т.

Щоб одержати реальну норму треба використати поправкові коефіцієнти:

коефіцієнт використання вантажопідйомності [11, с. 226-230];
коефіцієнт впливу порожнього пробігу вагонів [11, с. 228-230];
коефіцієнт впливу типу вагонів [11, с. 229-232];
коефіцієнт, що враховує профіль колії [11, с. 236];
коефіцієнт впливу температурних умов [11, с. 240];
коефіцієнт впливу вітрового опору [11, с. 244].

До одержаної такими розрахунками норми на переміщення поїзда потрібно додати витрати палива і електроенергії на зупинки поїзда [11, с. 246], а також на обслуговування локомотивів на ходу і на зупинках з поїздами [11, с. 249].

Особливості нормування для моторвагонного рухомого складу наведені в [11, с. 256-263].

Для маневрових тепловозів витрата палива визначається на одну годину роботи шляхом хронометражу. Дослідні поїздки виконуються на справному локомотиві під керуванням кваліфікованого машиніста. Тоді одержану вихідну норму визначають за методикою [11, с. 271].

Витрати палива рефрижераторними поїздами можна одержати за методикою [11, с. 374-376] за [16].

Питання для самоперевірки

- 1 Одиниця нормування на поїзну роботу.
- 2 Що таке вихідна норма ПЕР на поїзну роботу локомотива?
- 3 Які чинники впливають на величину норми на поїзну роботу?
- 4 Які додаткові витрати палива та електроенергії при обслуговуванні локомотива?
- 5 Які особливості нормування витрати палива на маневрову роботу тепловоза?

1.4 Планові норми витрати палива і електроенергії для локомотивів

Принцип визначення планових норм. Чинники експлуатаційної роботи, які впливають на норми витрати палива і електричної енергії. Визначення планових норм витрати ПЕР і аналіз результатів їх використання.

1.4.1 Методичні вказівки

Планові норми витрати палива і електроенергії локомотивами необхідні для визначення потреби ПЕР і ефективності їх використання. Для планування норм витрати палива і електроенергії для залізниці використовують метод, який оснований на використанні даних фактичних витрат ПЕР, які потім коректуються у зв'язку зі зміною парків рухомого складу і його характеристики, ступенем використання тягових електродвигунів технічних засобів і умовами експлуатаційної діяльності залізниці.

Кількісний зв'язок між перерахованими умовами і нормою витрати палива і енергії дають так названі коефіцієнти впливу, які визначають зміну норм у відсотках при зміні кожного із показників

використання локомотивів або їх конструктивних параметрів і рухомого складу: маси поїзда, швидкості руху, вантажопідйомності вагону, порожнього пробігу вагонів, частки двовісних вагонів, опору рухомого складу, температурно-метеорологічних умов, профілю колії [11, с. 285-294].

Все це дозволяє визначити планову норму. Порядок і приклад її розрахунку наведені в [11, с. 294-306].

Аналіз виконання норм витрати палива і електроенергії по залізниці дає можливість виявити додаткові фактори, які не ураховані в нормах. Це дозволить в подальшому скоротити витрати енергоресурсів.

Для виконання аналізу використовують ті ж розрахункові формули. Приклад такого розрахунку наведений в [11, с. 307-310].

Питання для самоперевірки

- 1 Мета використання планових норм витрати ПЕР по залізниці.
- 2 Необхідність планування норм.
- 3 Для чого необхідний аналіз виконання норм?

1.5 Нормування витрати теплової енергії і електроенергії на обігрів і вентиляцію будівель і кондиціонування повітря

Групи нормування: з центральним опаленням і пічним опаленням, виробничі і невиробничі будівлі. Індивідуальна норма витрати теплової енергії на обігрів будівель. Визначення норми на обігрів будівель, які не мають уводу і виводу рухомого складу. Додаткові витрати теплоти на опалення будівель з регулярним уводом та виводом рухомого складу. Розрахунок групових норм. Розрахунок витрати тепла і електроенергії на вентиляцію і кондиціонування повітря.

1.5.1 Методичні вказівки

Загальні обсяги споживання палива для обігріву, вентиляції та гарячого водопостачання житлових та громадських будівель складає в Україні 74,4 млн т у.п., в тому числі: 59,3 млн т у.п. – опалення; 14,2 млн т у.п. – гаряче водопостачання; 0,9 млн т у.п. – вентиляція. Тому нормування використання енергоносіїв на ці потреби має важливе значення. Для освоєння цих розрахунків необхідно використати [3, с. 9], [4, с. 20], [5, с. 6], [8, с. 247-252]. При цьому звернути увагу на визначення зовнішнього об'єму будівель, їх питомих опалювальних і вентиляційних характеристик, з урахуванням періоду, коли вони були споруджені [3, с. 20-24, с. 35-40], [4, с. 120-130], [5, с. 7-15], [7, с. 104], [8, с. 256, 353-356], [11, с. 363-364]. Потрібно також знати вимоги відповідних будівельних норм та правил БНіП (СНиП), на які наводяться посилання в [3, 4, 5], щодо значень розрахункових температур повітря всередині приміщень громадських будівель [3, с. 13-18] та локомотивних і вагонних депо та цехів ремонтних заводів [4, с. 22], [13]. Необхідні кліматологічні дані наведені в [3, с. 612], [4, с. 133]. У цьому розділі гаряче водопостачання розглядається для побутових потреб. Необхідні нормативні дані наведені в [3, с. 42-51], [4, с. 39], [8, с. 260-261].

Запитання для самоперевірки

1 Призначення та порядок заповнення опалювально-вентиляційного паспорту будівлі.

2 Визначення питомої опалювальної характеристики будівлі.

3 Як приймають розрахункову внутрішню температуру повітря в приміщенні?

4 Як приймають розрахункову температуру зовнішнього повітря?

5 Як врахувати витрати теплоти на розігрів рухомого складу у цехах депо?

6 Дайте визначення питомої вентиляційної характеристики будівлі.

7 Як визначається норма витрати теплоти на гаряче водопостачання для побутових потреб?

1.6 Нормування витрати паливно-енергетичних ресурсів виробничо-технологічними споживачами

1.6.1 Опалювально-виробничі котельні

Нормативні характеристики котлоагрегатів. Визначення норм витрати палива на вироблення теплоти котлом. Порядок визначення витрати палива (теплоти) на власні потреби котельні (хімводоочищення, продування, обдування, розпалювання, мазутне господарство та ін.). Середньозважений ККД котельні. Розрахунок середньозваженої норми витрати палива котельнею. Коефіцієнт власних потреб.

1.6.1.1 Структура витрати палива на виробництво теплової енергії: ТЕЦ – 25,5 млн т у.п. (34,3 %), районні котельні – 25,3 млн т у.п. (34 %), місцеві теплогенератори – 23,6 млн т у.п. (31,7 %).

На залізничному транспорті енергоспоживання стаціонарною енергетикою складає 20-25 %.

Комплексною програмою енергозбереження на залізничному транспорті передбачалася потреба енергоносіїв стаціонарною енергетикою, наприклад, в 2010 р.: вугілля – 792,6 тис т у.п., природного газу – 667,8 тис т у.п., мазуту – 194 тис т у.п., інших видів палива – 14,7 тис т у.п. При цьому у вигляді теплової енергії – 129,757 млн ГДж.

Звідси, нормування витрати палива на роботу котелень має велике значення і на залізничному транспорті.

Для вивчення цієї теми потрібно мати чітке уявлення про тепловий баланс котла [10, с. 28], залежність ККД котла від різних чинників, про режимні карти котла [9, с. 59], [10, с. 131], про порядок оптимального розподілу навантаження котельні між котлами [10, с. 149] та інше [8, с. 142-143].

При нормуванні витрати палива котлом часто використовують поняття пари нормальних параметрів (нормальної пари), тобто пари,

ентальпія якої складає 2681 КДж (640 ккал) на 1 кг пари.

ККД котла може розглядатись без урахування власних потреб (брутто) як власне самого котла $\eta_{\kappa}^{бр}$, так із економайзером - $\eta_{\kappa.а.}^{бр}$.

Значення їх в залежності від виду палива для різних типів котлів наведені в [3, с. 75-80], [4, с. 710], [8, с. 146-147], [11, с. 256-261].

Якщо потрібно, то можна використовувати значення ККД котлів в залежності від їх строку служби [5, с. 30-34], [8, с. 356], [10, с. 112-118].

При цьому слід мати на увазі, що ККД котлів типів ДКВР, ДКВ, ПТВМ, ТВГМ, ТВГ та інших незначно залежать від строку їх експлуатації, оскільки в котельних з цими котлами діють установки з підготовки живильної води і тому для них не наведені дані ККД в залежності від строку експлуатації [5, с. 34]. Але [3, с. 91] дає таку залежність.

ККД котлів, а значить, і норма питомої витрати палива залежить від режиму роботи котлів. Цю залежність можна одержати за даними [3, С.88-90], [10, С.65-76] або з нормативних характеристик котлів [6, С.81-134]. Ці характеристики являють собою граничні залежності $\eta_{\kappa.а.}^{бр}$, $\epsilon_{\kappa а}^{вир}$, q_2 , $\alpha_{\kappa.а.}$, t_2 від тепло-(паро)-відатності.

Норма витрати палива на відпущену теплоту котлом визначається за ККД котла нетто, тобто з урахуванням власних потреб котельні, які складаються з питомих витрат палива на нагрівання води, яка видаляється з продувкою [4, с. 11], [6, с. 13], питомих витрат палива на обдування [4, с. 12], [6, с. 17], розпалювання [3, с. 83], [4, с. 12], [6, с. 21] [8, с. 146] та інші потреби котельні [4, с. 14], [6, с. 14], [8, с. 361]. У випадку, якщо в котельні є котли різних типів, то визначаються середньозважені значення ККД котельні та питомої витрати палива [4, с. 9-13]. Контрольні рівні норм витрат палива котлами наведені в [4, с. 7-9], [6, с. 35-80].

Запитання для самоперевірки

- 1 Назвіть основні статті теплового балансу котла.
- 2 Чим відрізняються ККД брутто і нетто?

3 Що таке нормальна пара?

4 Як визначається коефіцієнт власних потреб?

5 Від яких чинників залежить норма витрати палива на вироблення теплоти котлом?

6 Що таке режимна карта котла?

7 Як розподіляється навантаження котельні між її котлами?

8 Що таке середньозважений ККД котельні?

9 Як розрахувати середньозважену норму витрати палива котельні?

1.6.2 Розігрів нафтопродуктів

Визначення витрати теплоти на розігрів і злив нафтопродуктів з залізничних цистерн, а також на компенсацію втрат при зберіганні нафтопродуктів. Залежність витрат від кліматичних умов, марки палива, типу сховища, умов транспортування.

1.6.2.1 Методичні вказівки

При використанні мазуту як палива витрачають теплоту у вигляді пари на розігрів його для зливу з цистерни, при зберіганні в ємностях, транспортування та спалювання в топках котлів чи камерах печей. При вивченні цього питання зверніть увагу на вибір необхідної температури зливу в залежності від марки палива [3, с. 67], [4, с. 54] на норми часу для цього [3, с. 68], [4, с. 54]. Початкова температура нафтопродуктів в залежності від температури зовнішнього повітря і часу транспортування цистерн приймається за даними [3, с. 66] або [4, с. 53], [11, с. 381].

При цьому питома витрата теплоти на злив залежить також від умов охолодження цистерн під час їх транспортування [8, с. 362].

Питома витрата теплоти на компенсацію втрат під час зберігання залежить від типу сховища і режиму витрати нафтопродукту [4, с. 4], [3, с. 70].

Використання мазуту як палива для котлів вимагає витрат теплоти на його підігрів перед форсунками [6, с. 176], [3, с. 69].

Запитання для самоперевірки

- 1 Як залежить в'язкість мазуту від його температури?
- 2 Назвіть основні об'єкти мазутного господарства електростанції, котельні.
- 3 Які бувають резервуари для зберігання мазуту?
- 4 На які потреби і як визначається теплота при використанні мазуту як палива?

1.6.3 Промивально-пропарювальні станції

Нормування витрати теплоти для роботи промивально-пропарювальної станції. Одиниця нормування. Чинники, від яких залежить норма витрати теплоти. Порядок розрахунку вихідної норми і додаткової витрати теплоти взимку.

1.6.3.1 Методичні вказівки

Норму витрати теплоти на обробку визначають на одну чотиривісну цистерну в залежності від характеру її обробки (наприклад, очищення від темних нафтопродуктів для ремонту, від дизельного палива для наливу бензину та ін.).

Вводять поняття вихідних норм на пропарювання і промивання цистерн в гегаджоулях на хвилину (ГДж/хв) [4, с. 62-63]. Для визначення норми на цистерну необхідно мати дані технологічного процесу – це тривалість пропарювання і промивання цистерн, значення тиску пари і води перед естакадою [4, с. 62-63], [11, с. 383-384].

В зимовий період теплота додатково витрачається на підігрів котла цистерни і залишків нафтопродуктів та компенсацію втрат теплоти в зовнішнє середовище.

При необхідності проводиться врахування втрати теплоти в теплових мережах та на роботу нафтопасток [4, с. 64].

Питання для самоперевірки

- 1 Яке призначення промивально-пропарювальних станцій?
- 2 Які статті витрат теплоти при роботі цих станцій?
- 3 Як впливають зміни типу пари і води на значення вихідних норм на пропарювання і промивання цистерн?
- 4 Які додаткові витрати теплоти при роботі станції взимку?
- 5 Призначення нафтопасток на станціях.

1.6.4 Зовнішні теплові мережі

Нормування втрати теплоти в зовнішніх паропроводах і водяних мережах. Одиниця нормування. Чинники, від яких залежить втрати теплоти трубопроводами з теплоносіями. Порядок розрахунку втрати теплоти при транспортуванні насиченої пари, перегрітої пари і води. Використання норм теплових втрат для розрахунку товщини теплової ізоляції трубопроводу. Економічна товщина ізоляції теплопроводу.

1.6.4.1 Методичні вказівки

В зовнішніх теплових мережах втрачається теплота до 2-5 % від величини теплоспоживання, в залежності від протяжності [3, с. 60].

Щоб визначити втрати, необхідно знати вид і параметри теплоносія, характеристики трубопроводів та їх теплової ізоляції, умови прокладання, наявність арматури, режим роботи та ін.

При вивченні цих втрат теплові мережі класифікуються за видом енергоносія на парові і водяні, за ізоляцією - ізольовані і неізольовані, за способом прокладання – повітряні в приміщенні і зовні, підземні – каналні і безканалні. Для цих всіх випадків встановлені норми втрат теплоти і поправкові коефіцієнти. Наприклад, для насиченої пари [4, с. 68], перегрітої пари [4, с. 69]

в залежності від температури пари і діаметра трубопроводу [8, с. 257-258]. При цьому температура в приміщенні прийнята +25°C [8, с. 365]. Для водяних теплопроводів при прокладенні в непрохідних каналах [4, с. 70], [3, с. 604], [7, с. 23], а для безканального прокладення [3, с. 606], [8, с. 164; 364].

В [3, с. 598-601] наведені норми густини теплового потоку на 1 м трубопроводу при розміщенні на відкритому повітрі і в приміщенні в залежності від температури теплоносія і діаметра трубопроводу. Там же дані норми для криволінійних поверхонь з діаметром більш ніж 1020 мм та плоских поверхонь. В [7, с. 106] наведені норми при різних коефіцієнтах теплопровідності і товщині теплової ізоляції. Слід пам'ятати, що більшість норм теплових втрат трубопроводами залишилась та, яку було прийнято за умовами конкретної вартості умовного палива і рекомендувалось для використання при виборі товщини теплової ізоляції. Сучасні будівельні норми та правила рекомендують товщину ізоляції теплопроводів одержувати в результаті техніко-економічних розрахунків за умовами мінімальних приведених витрат.

Для визначення загальної втрати теплоти необхідно знати довжину трубопроводів і тривалість їх роботи.

Крім втрат теплоти через ізоляцію та арматуру необхідно визначати втрати теплоти за рахунок витікання теплоносія [4, с. 68].

Питання для самоперевірки

- 1 Що таке критичний діаметр теплової ізоляції трубопроводу?
- 2 Які чинники впливають на величину втрати теплоти трубопроводом?
- 3 Як підрахувати витрату теплоти з витіканням теплоносіїв?

1.6.5 Виробничі печі

Нормування витрати палива на виробничі печі, горни, вагранки. Одиниця нормування. Чинники, які впливають на втрату палива в печі. Розрахункові схеми печей. Норми витрати палива на роботу ковальських, ресорних і термічних печей. Склад питомих норм на

виплавку чавуну у вагранках і порядок їх розрахунку.

1.6.5.1 Методичні вказівки

Питомі норми витрати палива для ковальських і ресорних печей визначають в кілограмах умовного палива на 1 т готової продукції, для термічних печей – на 1 год роботи печі, для мідноплавильних – на 1 т литва.

Норми визначають за таблицями в залежності від величини відношення площі поверхні, що віддає тепло печі, до площі поду печі та умов роботи печі – температури повітря, виду палива. Такі дані наведені для ковальських печей [4, с. 83-85], [11, с. 369] для печей ресорних цехів [4, с. 86-88], [11, с. 369], для термічних печей [3, с. 90-91].

Питома норма витрати палива в вагранках в кілограмах умовного палива на 1 т чавунних виробів складається з витрати палива на переплавку металевішої шахти та витрати на допоміжні технологічні процеси (сушіння форм і стержнів, сушіння і підігрів ковша). Для цього потрібно мати марку чавуну, температуру нагрівання [4, с. 93], тривалість роботи вагранки за добу [4, с. 94] та коефіцієнти, що враховують умови роботи вагранок, характеристику та умови роботи сушарок для форм і стержнів [4, с. 94], [11, с. 370].

Порядок визначення витрати коксу на плавлення чавуна в коксовій вагранці на холодному і гарячому дутті наведений з прикладом розрахунку в [7, с.10-14], визначення витрати палива на сушіння форм і стержнів, формувальних матеріалів, ковша і для термічної обробки виливка за [7, с. 19].

Визначення витрати палива в мартенівській печі наведено в [7, с. 14], на виробництво поковок і штампованих заготовок [7, с. 20], на термічну обробку металів [7, с. 24].

Питання для самоперевірки

1 Які печі використовуються в депо та заводах залізничного транспорту?

2 Які параметри печі треба знати, щоб одержати норму витрати палива?

3 Які чинники впливають на витрату палива?

4 Як розрахувати цехову норму у випадку роботи в ньому різних виробничих печей?

1.6.6 Сушарки

Нормування витрати палива на сушіння піску для постачання локомотивів. Одиниця нормування. Чинники, які впливають на витрати палива в сушарці. Склад питомої норми на сушіння піску. Порядок розрахунку складових частин норми.

Визначення норми витрати теплоти на сушіння деревини. Одиниця нормування. Чинники, від яких залежить ця норма. Порядок розрахунку, шляхи її зниження.

1.6.6.1 Методичні вказівки

Сушарки на залізничному транспорті частіше всього використовуються для сушіння піску та деревини.

Питому витрату теплоти на сушіння піску визначають у кілоджоулях (кДж) на 1 м^3 вологого піску як суму питомої витрати теплоти на нагрівання піску [4, с. 76], на нагрівання і випарювання вологи піску [4, с. 77], втрати теплоти з відхідними газами [4, с. 78], а також втрат теплоти в оточуюче середовище, на розігрівання піскосушилки тощо. Необхідно враховувати вид палива, режим роботи та ККД сушарки [4, с. 79], а також [11, с. 373].

Питому норму витрати теплоти на сушіння деревини визначають в гегаджоулях (ГДж) на 1 м^3 деревини в залежності від породи матеріалу, його початкової і кінцевої вологості, типу сушилок, характеристики сушильної камери, стану повітря, режиму роботи та інші. Норма складається з витрат теплоти на підігрів матеріалу від початкової температури до кінцевої температури сушіння, витрат теплоти на випарювання вологи із 1 м^3 деревини, і втрат теплоти через огороження сушильної камери. Ці складові можуть бути підраховані за формулами [7, с. 33-36] або визначені за таблицями [4, с. 57].

Питання для самоперевірки

- 1 Що таке відносна вологість повітря?
- 2 Як визначається вологовміст повітря?
- 3 Від чого залежать витрати теплоти на нагрівання деревини?
- 4 Як визначити витрати теплоти на випарування вологи 1 м³ деревини?
- 5 Від чого залежать витрати теплоти на компенсацію втрат через огородження сушарок?

1.6.7 Компресори

Визначення витрати електроенергії на вироблення стислого повітря. Одиниця нормування. Розрахунок витрати електроенергії на привід компресора і на подачу води в систему його охолодження. Аналіз чинників, від яких залежить питома витрата електроенергії на вироблення стислого повітря [8, с. 90-92].

1.6.7.1 Методичні вказівки

Стисле повітря вважається найдорожчим енергоносієм.

Норма витрати електроенергії на вироблення стислого повітря установлюється у кіловат-годинах на 1000 м³ стислого повітря, параметри якого приведені до нормальних умов, за які при промислових вимірюваннях приймаються умови, при яких температура рівна 20°C, а тиск – 760 мм рт. ст.

В технологічну норму (кВт·год/1000 м³) включають витрати електроенергії на привід компресора, витрати на допоміжні процеси - осушення повітря і охолодження компресора.

При розрахунковому методі визначення питомих норм необхідно визначити роботу ізотермічного стиснення повітря в компресорі від початкового до кінцевого тиску. Значення ізотермічного ККД [7, с. 67], [6, с. 193], ККД електродвигуна

[6, с. 189-191], [7, с. 67] ККД передач [6, с. 192], [7, с. 67]. Питомі витрати електроенергії на привід промислових компресорів складають близько 100-120 кВт·год/1000 м³.

Питома витрата води на охолодження компресора приймається за паспортом компресора, а при відсутності його за [6, с. 159] в залежності від тиску компресора і пори року. Можливі її значення для поршневих компресорів: улітку – 4-6 м³/1000 м³, взимку – 3-4 м³/1000 м³, або 1,3-2,2 кВт·год./1000 м³.

Питома витрата електроенергії на допоміжні потреби компресорної (освітлення, вентиляція, змащування, очищення, втрати в мережах, поточний ремонт) приймається в межах 0,5-1,0 % витрати електроенергії на привід компресора.

Запитання для самоперевірки

1 Чому при розрахунковому нормуванні витрати електроенергії на вироблення стислого повітря визначається робота його ізотермічного стиснення в циліндрі компресора?

2 Що таке технологічна норма?

3 Якими є технічні і фізичні умови для приведення до них об'ємів газів (повітря)?

4 Що таке ізотермічний, адіабатний ККД компресора?

5 Як розрахувати собівартість вироблення стислого повітря?

1.6.8 Мийні машини

Призначення мийних машин та їх типи.

Режими експлуатації машин. Види ремонту рухомого складу. Визначення маси деталей для очищення під час ремонту.

Порядок розрахунку витрати теплоти на мийну машину, для очищення секцій холодильників та інших деталей.

Мийні машини для зовнішнього очищення рухомого складу. Розрахунок норми витрати теплоти на підготовку локомотива до ремонту і зовнішнє обмивання рухомого складу.

1.6.8.1 Методичні вказівки

Витрата теплоти на мийну машину визначається для даного типу машини [11, с. 377] в залежності від маси деталей для очищення, режиму експлуатації машини, пори року.

Маса деталей для типу локомотива в залежності від виду ремонту наведена в [4, с. 44], а питома витрата теплоти в [4, с. 43].

Витрата теплоти на зовнішнє очищення локомотивів та вагонів залежить від параметрів содового розчину, режиму роботи мийних машин, пори року [4, с. 46-52], [11, с. 379].

Питання для самоперевірки

1 Які роботи виконують мийні машини в депо та в ремонтних заводах?

2 Від яких чинників залежить питома витрата теплоти на 1 т деталей?

3 Як розрахувати витрату теплоти на мийні машини, якщо виконується ремонт різних типів рухомого складу?

4 Від яких чинників залежить витрата теплоти на зовнішнє очищення локомотива та вагона?

1.7 Нормування витрати палива механізмами та машинами залізничного транспорту

Нормування витрат палива рейковими та наземними машинами та механізмами: баластувальні та щебенебаластоочисні машини, рихтувальні та виправно-підбивально-обробні машини, колієукладачі та рейкоукладачі, землеснігоприбиральні машини та механізми, машини для земляних робіт, рейкозварювальні машини, колійні транспортно-ремонтні машини. Вантажно-розвантажувальні машини, енергосилові установки (пересувні електростанції, компресори, бетономішалки).

1.7.1 Методичні вказівки

Нормування витрати палива машинами та механізмами залізничного транспорту виконується за такими умовами:

- для кожного типу баластувальних та щебенебаластувальних машин; для рихтувальних та виправочно-підбивальнообробних машин для колієукладачів та рейкоукладачів питома витрата палива визначається на 1 км відремонтованої колії в залежності від типу машин, потім коригується в залежності від типу рейок, шпал і баласту [12, с. 3-6];

- для землеснігоприбиральних машин та машин для земляних робіт питома витрата палива визначається в кілограмах на 100 м³ прибраного снігу або переробленого ґрунту в залежності від типу машин, характеристики снігу та категорії ґрунту [12, с. 6-11];

- для вантажно-розвантажувальної машини нормуються питомі витрати палива в кг на 100 км пробігу машини та на 1 год роботи [12, с. 14];

- для рейко-зварювальних машин питома витрата палива нормується в кілограмах на зварювання одного стику для кожної марки машин і коригується в залежності від типу рейок [12, с. 13].

У всіх цих нормах треба враховувати витрати палива на холостому ходу і вносити поправки на вплив додаткових факторів, які визначають відмінність реальних умов експлуатації від найбільш імовірних [12, с. 16].

Витрата палива на роботу кранів з двигунами внутрішнього згоряння визначається в кілограмах за одну зміну з урахуванням завантаження двигуна і умов експлуатації [4, с. 73].

Питання для самоперевірки

1 Які основні положення в нормуванні питомих витрат палива для роботи механізмів і машин залізничного транспорту?

2 Як враховуються витрати палива на роботу машин на холостому ході?

3 Що враховують поправочні коефіцієнти до норм витрати палива цими машинами?

1.8 Нормування витрати теплоти та палива на ремонт рухомого складу

Загальні положення. Вихідна норма укрупнених розрахунків витрати теплоти на ремонт локомотивів, моторвагонних секцій та вагонів у депо. Поагрегатний спосіб нормування витрати теплоти за видами ремонту рухомого складу в локомотивних та вагонних депо. Баланс споживання теплоти, палива в депо по ремонту рухомого складу.

1.8.1 Методичні вказівки

Питомі норми визначаються окремо для кожного виду ремонту, серії локомотива, типу вагонів, моторвагонних секцій і дизель-поїздів у гегаджоулях (ГДж) на дві секції для локомотивів, на 2 вагони для моторвагонних секцій, на три вагони для дизель-поїздів. Але всі проміжні розрахунки виконуються на одну секцію чи вагон (ГДж/секц., ГДж/ваг.). Ці розрахунки можуть виконуватись як за укрупненими показниками, так і методом агрегатного нормування.

При виконанні розрахунку за укрупненими показниками визначаються питомі витрати теплоти та опалення, побутові потреби і на технологічне обладнання [4, с. 99-110] в залежності від типу локомотива (вагона), об'ємів опалювальних приміщень, кліматологічних даних, часу простою в ремонті.

Розрахунки за методом поагрегатного нормування виконують з метою вивчення теплоспоживання окремих установок або цехів. У цьому випадку поелементно визначають витрати теплоти на опалення і вентиляцію виробничих, службових приміщень, побутове споживання і на роботу технологічного обладнання, яке використовується при даному виді ремонту.

Питання для самоперевірки

- 1 Види ремонтів локомотивів.
- 2 У чому полягає мета нормування за укрупненими показниками?
- 3 Особливості визначення питомих витрат теплоти на опалення приміщень, де виконується ремонт рухомого складу.
- 4 З яких елементів складається питома витрата теплоти на технологічні потреби і допоміжне обладнання під час ремонту рухомого складу?

Перелік практичних занять

- 1 Визначення норми витрати палива і електроенергії на тягу поїздів для локомотивного депо.
- 2 Визначення норми витрати теплоти та електроенергії на опалення, вентиляцію і кондиціонування повітря.
- 3 Розрахунок норми витрати палива на котельню.
- 4 Визначення витрати теплоти на розігрів нафтопродуктів і роботу промивально-пропарювальної станції.
- 5 Розрахунок норм витрати теплоти тепловими мережами та паропроводами.
- 6 Визначення витрати палива на роботу сушарок.
- 7 Нормування витрати палива на роботу виробничих печей.
- 8 Визначення витрати електроенергії на вироблення стислого повітря.
- 9 Нормування витрати палива рейковими та наземними машинами та механізмами.
- 10 Нормування витрати теплоти та палива на ремонт рухомого складу.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

3.1 Загальні методичні вказівки

Для студентів заочної форми навчання навчальним планом передбачено виконання одної контрольної роботи, яка складається із відповіді на два контрольних запитання і розв'язання п'яти задач за вихідними даними згідно з шифром студента.

Для відповіді на контрольні питання рекомендується використати [8, с. 370-353], а при розв'язанні задач основним є [4], а при відсутності можна використати літературу, на яку робляться посилання в методичних вказівках до тем програми.

За одержаними результатами розв'язання задач зробити стислі висновки.

3.2 Завдання на контрольну роботу (таблиця 3.1)

Таблиця 3.1 - Варіанти контрольних питань

Остання цифра шифру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Номери контрольних запитань	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Передостання цифра шифру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Номери контрольних запитань	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

- 1 Дайте характеристику систем норм та нормативів.
- 2 Що відноситься до нормативів витрати і показників використання палива та енергії?
- 3 Що таке норма витрати палива, теплової та електричної енергії?
- 4 Наведіть класифікацію норм витрати палива, теплоти та електроенергії.
- 5 Дайте характеристику складу норм витрати.

- 6 Наведіть розмірність норм витрати ПЕР.
- 7 Що таке розрахунково-аналітичний метод розробки норм витрати?
- 8 Дайте характеристику дослідного методу визначення норм.
- 9 Основні вихідні дані для визначення норм витрати палива, теплоти та електроенергії.
- 10 Що таке показник економічності енергоспоживання?
- 11 Як вибирається номенклатура показників економічності енергоспоживання і енергетичних параметрів, які заносяться в стандарти та технічні умови?
- 12 Дайте характеристику об'єктів, що споживають енергію.
- 13 Назвіть показники економічності енергоспоживання.
- 14 Особливості визначення питомої витрати палива котельними.
- 15 Теплові баланси і режимні карти теплогенеруючих установок.
- 16 Як визначається норма витрати теплоти на розігрів та злив мазуту, пропарювання цистерн?
- 17 Основні напрямки енергозбереження на залізничному транспорті.
- 18 Значення вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР) для енергозбереження.
- 19 Нормування витрати теплоти і палива за видами ремонту рухомого складу в депо.
- 20 Баланс споживання теплоти і палива в депо для ремонту рухомого складу.

Задача 1. Визначити норму витрати палива для котельні з котлами ДКВР. Вид палива (газ, вугілля) і паровидатність котла (D , т/год) приймається за останньою цифрою шифру. Величину продувки p , температуру живильної води $t_{жв}$ і кількість котлів у котельні n - за передостанньою цифрою шифру. ККД котла з економайзером - $\eta^{op}_{ка}$. Річний відпуск теплоти котла – Q , ГДж/р. (таблиці 3.2, 3.3).

Таблиця 3.2 – Вихідні дані (за останньою цифрою шифру)

Цифра шифру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Паливо	Газ				Вугілля					
D , т/год	2,5	4	6,5	10	20	2,5	4	6,5	10	20

$\eta_{ка}^{бр}, \%$	91,8	92,3	92,6	92,2	92	69,38*	79,43*	76	84,5	79
$Q \cdot 10^{-3},$ ГДж/р.	21	34	55	84	168	21	34	55	84	168
* без економайзера										

Таблиця 3.3 – Вихідні дані (за передостанньою цифрою шифру)

Цифра шифру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
P, %	3,5	3,5	5	5	5,0	3,5	3,5	5	5	3,5
n	2	3	4	3	2	3	4	3	2	4
$t_{жв}, ^\circ\text{C}$	50	30	100	50	100	50	30	100	50	30

3.2.1 Методичні вказівки

3.2.2.1 Виконуються розрахунки питомих витрат палива котлом без урахування власних потреб котельні за формулою (3.1), кг у.п./ГДж (кілограм умовного палива на гегаджоуль),

$$b_{кот}^{вир} = \frac{34,1}{\eta_{ка}^{бр}} \cdot 100, \quad (3.1)$$

де $\eta_{ка}^{бр}$ – ККД брутто, %.

3.2.2.2 Питомі витрати умовного палива на власні потреби котельні визначаються за формулою (3.2), кг у.п./ГДж,

$$\Sigma b_{в.п.} = b_{прод} + b_{обд} + b_{розт} + b_{ини}, \quad (3.2)$$

де $b_{прод}$ – питома витрата палива на нагрівання води,

яка видаляється з продувкою, рівна, кг у.п./ГДж,

з середньою продувкою $p = 5\% \dots t_{жв} = 100^\circ\text{C}$, $b_{прод} = 0,31$;

з середньою продувкою $p = 5\% \dots t_{жв} = 50^\circ\text{C}$, $b_{прод} = 0,57$;

з середньою продувкою $p = 3,5\% \dots t_{жв} = 50^\circ\text{C}$, $b_{прод} = 0,24$;

з середньою продувкою $p = 3,5\% \dots t_{жв} = 30^\circ\text{C}$, $b_{прод} = 0,36$;

$b_{обд}$ – питома витрата палива на обдувку один раз за зміну, приймається рівною $b_{обд} = 0,11-0,14$ кг у.п./ГДж;

$b_{розт}$ – питома витрата палива на розпалювання котла за

умовами 20 розпалювань на рік приймається рівною $b_{розт} = 0,11$ кг у.п./ГДж;

$b_{інш}$ – питома витрата палива на інші потреби котельні (опалення, гаряче водопостачання), визначається за формулою (3.3), кг у.п./ГДж,

$$b_{інш} = \frac{0,341}{\eta_{кот}} \cdot 100. \quad (3.3)$$

Коефіцієнт власних потреб котельні визначається за формулою (3.4), %,

$$K_{в.п.} = \frac{\sum b_{в.п.}}{b_{кот}} \cdot 100. \quad (3.4)$$

3.2.1.3 ККД котельні нетто, тобто з урахуванням власних потреб визначається за формулою (3.5), %,

$$\eta_{кот}^{нетто} = \eta_{кот} \cdot \left(1 - \frac{K_{в.п.}}{100} \right). \quad (3.5)$$

3.2.1.4 Норма витрати умовного палива на 1 ГДж відпущеної теплоти визначається за формулою (3.6), кг у.п./ГДж,

$$b_{від} = \frac{34,1}{\eta_{кот}^{нетто}} \cdot 100. \quad (3.6)$$

3.2.1.5 Річна витрата палива котельні буде (3.7), т у.п./р.,

$$B = \frac{Q_{від} \cdot n \cdot b_{від}}{1000}, \quad (3.7)$$

де $Q_{від}$ - кількість теплоти, яка відпускається одним котлом за рік, ГДж/р.;

n - кількість котлів.

Задача 2. Визначити питому витрату теплоти на розігрів та злив мазуту марки (таблиця 3.4) і компенсацію втрат при зберіганні мазуту на екіпірувальній станції. Мазут надійшов у січні в цистернах, тип яких приймається за останньою цифрою шифру (таблиця 3.4), а час їх транспортування τ_m за передостанньою цифрою (таблиця 3.5).

Мазут зберігається в резервуарі. Поверхня стандартного резервуару $F = 927 \text{ м}^2$, а його об'єм $V = 2150 \text{ м}^3$.

Паливо витрачається зі сховища рівномірно. Температура зовнішнього повітря на станції за місцем її розміщення за даними кліматологічних таблиць та тип резервуару наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.4 – Вихідні дані (за останньою цифрою шифру)

Цифра шифру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Мазут	М-40					М-100				
Тип цистерни, т	25			50			60			
$K_{ц}$, 1/м	2,25			1,71			1,55			
ρ , кг/м ³	990									
$t_{ц}$, °С	40					60				

Таблиця 3.5 – Вихідні дані (за передостанньою цифрою шифру)

Цифра шифру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
τ_t , год	24	36	48	60	72	96	120	144	168	196
t_o , °С	-10	-11	-12	-13	-14	-13	-12	-11	-10	-8
Резервуар	неізолюваний			ізолюваний			підземний			

3.2.2 Методичні вказівки

3.2.2.1 Питома витрата теплоти на розігрів та злив мазуту визначається за формулою (3.8), кДж/т,

$$q = 1885,5 \cdot (t_{\text{ц}} - t_{\text{н}}) \cdot \left(1 + \frac{10 \cdot k_{\text{ц}}}{\rho} \cdot \tau_{\text{з}}\right), \quad (3.8)$$

де $t_{\text{ц}}$ – температура підігрівання нафтопродукту (мазуту), яка необхідна для зливу, (таблиця 3.4), °С;

$t_{\text{н}}$ – температура нафтопродукту в цистерні, яка залежить від тривалості транспортування цистерни в дорозі τ_m і температури зовнішнього повітря, t_o , °С;

$k_{\text{ц}}$ – коефіцієнт охолодження, який залежить від типу цистерн (таблиця 3.4), 1/м;

ρ – густина нафтопродукту, кг/м³;

$\tau_{\text{з}}$ – час розігрівання та зливу нафтопродуктів за нормами:

у холодний період року (з 15 вересня до 15 квітня): мазут М-40 – 6 годин, мазут М-100 – 10 год;

у теплий період року тривалість розігрівання і зливу: мазут М-40 – 3 год, мазут М-100 – 4 год.

3.2.2.2 Питома витрата теплоти за добу на компенсацію втрат під час зберігання нафтопродуктів в ємностях, з яких нафтопродукти надходять рівномірно, визначається за формулою (2.2), кДж/т·доб,

$$q_{\text{зб}} = 70932 \cdot \frac{F \cdot k}{\rho \cdot V} \cdot (t_{\text{нп}} - t_o), \quad (3.9)$$

де F – поверхня охолодження резервуара, м²;

V – об'єм резервуара, м³;

ρ – густина мазуту, кг/м³;

k – коефіцієнт теплопередачі приймається: для металевих неізолюваних резервуарів $k = 6,96$; для ізолюваних – $k = 3,48$; для підземних $k = 0,31$ Вт/(м²·К);

$t_{\text{нп}}$ – температура нафтопродукту в резервуарі, приймається рівною температурі зливу $t_{\text{ц}}$, °С;

t_o – температура зовнішнього повітря, °С.

Для підземних резервуарів приймається постійною і рівною +5°С.

Задача 3. Розрахувати норму витрати теплоти для роботи

промивально-пропарювальної станції з закритою естакадою на зимовий період роботи.

За затвердженою технологією в залежності від характеру обробки пропарювання τ_{np} і промивання τ_m цистерн потребують такого часу:

з під світлих нафтопродуктів під світлі

$$\tau_{np1} = 15 \text{ хв} \quad \tau_{m1} = 0,$$

з-під темних нафтопродуктів під світлі і ремонт

$$\tau_{np2} = 35 \text{ хв} \quad \tau_{m2} = 32 \text{ хв},$$

з-під темних нафтопродуктів під темні

$$\tau_{np3} = 33 \text{ хв} \quad \tau_{m3} = 0.$$

Температура промивальної води на вході в бойлер $t_{вх} = 5^\circ\text{C}$, на виході з бойлера $t_{вих} = 80^\circ\text{C}$.

Середнє значення тиску пари P_n МПа, поправочний коефіцієнт, який враховує зміну тиску пари перед естакадою α , приймаються за останньою цифрою шифру, середня температура зовнішнього повітря t_z^{cp} , середня температура в критій естакаді t_{ze}^{cp} та середнє значення тиску води P_B перед естакадою, поправочний коефіцієнт на зміну витрати води при зміні тиску β приймаються за передостанньою цифрою шифру.

Таблиця 3.6 - Вихідні дані (за останньою цифрою шифру)

Цифра шифру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
P_n , МПа	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
α	0,41	0,61	0,8	1,0	1,175	0,41	0,61	0,8	1,0	1,175

Таблиця 3.7 – Вихідні дані (за передостанньою цифрою шифру)

Цифра шифру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
P_B , МПа	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9

β	0,81	0,91	1,0	1,07	1,16	0,81	0,91	1,0	1,07	1,16
$t_3^{cp}, ^\circ C$	-10	-11	-12	-10	-11	-12	-13	-10	-11	-12
$t_{ze}^{cp}, ^\circ C$	0	+1	+2	+3	+5	+4	+3	+1	+2	0

3.2.3 Методичні вказівки

Норму витрати теплоти на обробку встановлюють на одну чотиривісну цистерну в залежності від характеру її обробки (наприклад, очищення від темних нафтопродуктів для ремонту, від дизельного палива під налив бензину, від мазуту для наливу керосину і т. ін.).

3.2.3.1 Норму витрати теплоти на одну цистерну $Q_{ц}$ для роботи в зимовий час визначають за формулою (3.10), ГДж/цист.,

$$Q' = \tau_{пр} \cdot q_{пр} \cdot 60 + \tau_{м} \cdot q_{м} \cdot 60 + Q_{зим}, \quad (3.10)$$

де $q_{пр}$ – вихідна норма витрати теплоти за одиницю часу на пропарювання цистерни, ГВт;

$q_{м}$ – вихідна норма витрати теплоти на промивання цистерни, ГВт;

$\tau_{пр}, \tau_{м}$ – час, необхідний на операції пропарки і промивання, хв;

$Q_{зим}$ – додаткова витрата теплоти на розігрів цистерни в зимовий час, ГДж/цист.

3.2.3.2 Вихідна норма витрати теплоти на пропарювання цистерни визначається за формулою (3.11), ГВт,

$$q_{пр} = q_{пр}' \cdot \alpha, \quad (3.11)$$

де $q_{пр}'$ – питома норма витрати теплоти з тиском пари перед естакадою $P_n = 0,5$ МПа, приймається рівною

$$0,593 \cdot 10^{-3} \text{ ГВт} = 593 \text{ кВт};$$

α - поправочний коефіцієнт, який враховує зміну тиску пари перед естакадою (таблиця 3.6).

3.2.3.3 Вихідну норму витрати теплоти на промивку цистерни визначають за формулою (3.12), ГВт,

$$q_M = 3,83 \cdot 4,19 \cdot 10^{-6} \cdot \beta \cdot (t_{\text{ВИХ}} - t_{\text{ВХ}}), \quad (3.12)$$

де **3,83** – середня витрата води, кг/с, при роботі механічного промивальника РП-54 з двома соплами діаметром 9,5 мм з тиском води перед естакадою 0,7 МПа,

β - поправочний коефіцієнт, який враховує зміну витрати води при зміні середнього тиску перед естакадою (таблиця 3.7);

$t_{\text{ВИХ}}, t_{\text{ВХ}}$ – відповідно температура води на виході і вході в бойлер, °С.

3.2.3.4 Додаткова витрата теплоти на розігрів цистерни в зимовий період в закритій естакаді визначається за формулою (3.13), ГВт/цист.

$$Q_{\text{зим}} = Q'_{\text{зим}} + Q''_{\text{зим}} + Q'''_{\text{зим}}, \quad (3.13)$$

де $Q'_{\text{зим}}$ - витрата теплоти на підігрів бака цистерни;

$Q''_{\text{зим}}$ - витрата теплоти на підігрів залишків нафтопродуктів;

$Q'''_{\text{зим}}$ – витрата теплоти на компенсацію втрат теплоти в зовнішнє середовище.

Розрахунки суми цих складових виконують за такими формулами (3.14-3.16) в залежності від технології і характеру обробки цистерни; ГДж/цист.

- для обробки цистерн з-під світлих нафтопродуктів під світлі

$$Q_{зим1} = [4818 \cdot (20 - t_3^{cp}) + 14,7 \cdot (20 - t_{3e}^{cp}) \cdot (\tau_{np1} + \tau_{m1})] \cdot 10^{-6}, \quad (3.14)$$

де $\tau_{np1} = 15$ хв, $\tau_{m1} = 0$ хв;

- для обробки цистерн з-під темних нафтопродуктів під світлі

$$Q_{зим2} = [4818 \cdot (20 - t_3^{cp}) + 14,7 \cdot (20 - t_{3e}^{cp}) \cdot (\tau_{np2} + \tau_{m2})] \cdot 10^{-6}, \quad (3.15)$$

де $\tau_{np2} = 35$ хв, $\tau_{m2} = 32$ хв;

- для обробки цистерн з-під темних нафтопродуктів під темні

$$Q_{зим3} = [4818 \cdot (20 - t_3^{cp}) + 14,7 \cdot (20 - t_{3e}^{cp}) \cdot (\tau_{np3} + \tau_{m3})] \cdot 10^{-6}, \quad (3.16)$$

де $\tau_{np3} = 33$ хв, $\tau_{m3} = 0$ хв.

3.2.3.5 Загальну норму витрати теплоти на пропарювання, промивання цистерни і додаткові втрати в зимовий період визначають окремо в залежності від характеру обробки цистерни, ГДж/цист.:

- при обробці цистерни з-під світлих нафтопродуктів під світлі

$$Q_{ц1}' = \tau_{np1} \cdot q_{np} \cdot 60 + \tau_{m1} \cdot q_m \cdot 60 + Q_{зим1}, \quad (3.17)$$

- при обробці цистерни з-під темних нафтопродуктів під світлі

$$Q_{ц2}' = \tau_{np2} \cdot q_{np} \cdot 60 + \tau_{m2} \cdot q_m \cdot 60 + Q_{зим2}, \quad (3.18)$$

- при обробці цистерни з-під темних нафтопродуктів під темні

$$Q_{ц3}' = \tau_{np3} \cdot q_{np} \cdot 60 + \tau_{m3} \cdot q_m \cdot 60 + Q_{зим3}. \quad (3.19)$$

Задача № 4. Визначити необхідну кількість палива на сушіння

піску для постачання локомотивів у зимовий період для вузла, який споживає ΣV_n піску, м³, за три місяці. Сушіння здійснюється в одній печі, яка працює в n змін. Середня температура навколишнього середовища за три місяці t_1 , °С.

Температура піску на виході з сушарки t_2 , °С. Початкова вологість піску W , %. Питома витрата повітря $V_{в}/V_n$. Температура відхідних газів з сушарки t_3 , °С.

ККД сушарки на газі $\eta = 0,98$, на рідкому паливі $\eta = 0,96$. Теплота згоряння рідкого палива $Q^p_n = 41900$ кДж/кг, для газу $Q^p_n = 34360$ кДж/м³ (таблиці 3.8, 3.9).

Таблиця 3.8 - Вихідні дані (за останньою цифрою шифру)

Цифра шифру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Паливо	Газ					Рідке паливо				
n	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
t_1 , °С	-10	-11	-12	-13	-14	-13	-12	-11	-10	-9
t_2 , °С	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325

Таблиця 3.9 – Вихідні дані (за передостанньою цифрою шифру)

Цифра шифру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ΣV_n , м ³	300 0	350 0	375 0	400 0	450 0	500 0	450 0	400 0	350 0	300 0
$V_{в}/V_n$	800 0	100 0	110 0	120 0	140 0	150 0	160 0	180 0	190 0	200 0
W , %	1,0	1,5	2	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
t_3 , °С	110	120	130	140	150	140	130	120	110	130

3.2.4 Методичні вказівки

Питому витрату теплоти на сушіння піску для постачання локомотивів визначають в кілоджоулях (кДж) на 1 м³ вологого піску за звітний період (місяць, квартал, рік), розраховують в залежності від плану екіпірування локомотивів (ΣV_n).

Питому витрату теплоти на сушіння 1 м³ піску визначають за формулою (3.20), кДж/м³,

$$q_n = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6, \quad (4.20)$$

- де q_1 – питома витрата теплоти на нагрів 1 м^3 сухого піску;
 q_2 – питома витрата теплоти на нагрів і випаровування вологи 1 м^3 піску;
 q_3 – втрата теплоти з відхідними газами;
 q_4 – втрата теплоти в зовнішнє середовище крізь стінку піскосушарки і з поверхні піску;
 q_5 – втрати теплоти на розігрівання піскосушарки до робочого стану;
 q_6 – витрати теплоти на нагрівання і випаровування вологи палива і нагрівання водяної пари, яка при цьому отримується.

Розрахунок цих складових виконують в такій послідовності.

1 Питому витрату теплоти на нагрівання 1 м^3 піску визначають за формулою (3.21), кДж/м^3 ,

$$q_1 = C \cdot (t_2 - t_1), \quad (3.21)$$

де C – об’ємна теплоємність піску, $\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$.

Величина C приймається рівною $1211 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$.

2 Питома витрата теплоти на випаровування вологи 1 м^3 піску визначається за формулою (3.22), кДж/м^3 ,

$$q_2 = \frac{\rho \cdot \Delta h}{100} \cdot (W - 0,5), \quad (3.22)$$

де ρ – насипна питома маса вологого піску, кг/м^3 .

Значення ρ визначають за даними лабораторного аналізу, а при їх відсутності приймають в середньому рівним 1600 кг/м^3 ;

W – вологість піску на вході в сушарку, %;

$0,5$ – допустима вологість сухого піску на виході із сушарки, %;

Δh – приріст ентальпії вологи в піскосушарці, кДж/кг .

Питому витрату теплоти q_2 кДж/м³ на випаровування вологи піску 1 м³ піску в залежності від температури зовнішнього повітря t_1 та початкової вологи піску W в даному розрахунку приймають за даними таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Питома витрата теплоти $q_2 \cdot 10^{-3}$, кДж/м³.

$t_1, ^\circ\text{C}$	-50	-40	-30	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
$W, \%$										
1,0	26	27	25	25	24	23	22	21	21	21
1,5	52	51	51	51	50	45	44	43	42	42
2,0	78	77	76	76	75	67	66	65	64	63
2,5	103	102	101	101	100	89	88	87	85	84
3,0	129	128	127	127	126	112	106	106	105	105
3,5	155	154	153	152	151	134	132	130	128	126
4,0	181	180	178	177	176	156	154	152	149	147
4,5	207	205	204	202	201	178	175	173	170	167
5,0	233	230	229	227	225	200	197	194	192	188
5,5	259	257	255	253	252	224	220	217	213	210

З Втрата теплоти з відхідними газами з сушарки визначають за формулою (3.23), кДж/м³,

$$q_3 = C' \cdot \frac{V_{ПВ}}{V_{П}} (t_3 - t_1), \quad (3.23)$$

де C' – об'ємна теплоємність продуктів згоряння. Приймається рівною теплоємності повітря 1003 кДж/(м³·К);
 $V_{П}$ – розрахункова продуктивність піскосушарки, м³/с;
 $V_{ПВ}$ – продуктивність дуттьового вентилятора, м³/с;
 t_3 – температура продуктів згоряння на виході із сушарки, °С.

Значення q_3 кДж/м³ в залежності від питомої витрати повітря ($V_{вп}/V_{п}$), різницю температур відхідних газів і зовнішнього повітря $\Delta t = (t_3 - t_1)$ приймають за даними таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Втрата теплоти $q_{3 \cdot 10^{-3}}$, кДж/м³

$V_{вп}/V_{п}$	800	1000	1100	1200	1400	1500	1600	1800	1900	2000
$\Delta t, ^\circ\text{C}$										
100	81	102	112	122	142	152	163	183	193	204
105	85	107	117	128	150	160	171	192	203	214
110	92	112	123	134	157	168	179	206	215	224
115	94	117	133	149	164	175	187	211	222	234
120	98	122	134	146	171	183	195	220	232	244
125	102	127	140	153	178	190	203	229	241	254
130	106	132	145	159	185	198	212	238	251	264
135	110	137	151	165	192	206	220	247	260	274
140	114	142	156	171	199	213	228	256	270	285
145	118	147	151	176	206	221	236	265	280	295

4 Витрати теплоти на розігрів піскосушарки до робочого стану q_5 , втрати теплоти на зовнішнє охолодження q_4 , витрати теплоти на випаровування вологи палива і нагрівання водяної пари, яка виникає в процесі згоряння q_6 , враховуються загальним коефіцієнтом k , величина якого приймається в залежності від режиму роботи піскосушарки і виду палива.

При роботі на рідкому і газоподібному паливі в одну зміну $k = 1,4$, у дві зміни $k = 1,25$.

5 Сумарна питома витрата теплоти на сушіння 1 м³ піску визначається за формулою (3.24), кДж/м³,

$$q_{п} = k \cdot (q_1 + q_2 + q_3) . \quad (3.24)$$

6 Питому норму витрати палива на сушіння 1 м³ вологого піску розраховують за формулою (3.25), кг/м³ (нм³/м³),

$$b^n = \frac{q_{п}}{P} / \eta , \quad (3.25)$$

$$Q_H$$

де q_n - питома витрата теплоти на сушіння 1 м³ піску, кДж/м³;
 Q_H^p - нижча теплота згоряння палива, кДж/кг (кДж/м³);
 η - ККД піскосушарки, для газу $\eta = 0,98$, для мазуту $\eta = 0,96$.
 V - Повна витрата палива за період (три місяці), т (нм³),

$$V = b^n \cdot \Sigma V_{п} \quad (3.26)$$

де $\Sigma V_{п}$ – кількість піску, який обробляється за розглядаємий період, що розглядається, м³.

Задача 5. Визначити втрати теплоти в зовнішніх теплопроводах за квартал ($\tau = 2190$ год). Вид теплоносія (насичена, перегріта пара, вода), його параметри (тиск пари в мережі $P_{м.сп.}$, у споживача $P_{п.сп.}$, температуру перегрітої пари, води t), довжину трубопроводів підземного прокладення $\Sigma l_{п.з.}$, повітряного прокладення $\Sigma l_{п.в.}$ та їх діаметри $d_{з.сп.}$ приймають за даними таблиці 3.12 за останньою цифрою шифру.

Теплову потужність приєднаних до мереж споживачів Q_n , температури ґрунту $t_{гр.}$ та зовнішнього повітря t_o беруть з таблиці 3.12 за передостанньою цифрою шифру.

Таблиця 3.12 – Вихідні дані (за останньою цифрою шифру)

Цифра шифру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Теплоносій	Насичена пара			Перегріта пара			Вода			
$P_{м.сп.}$, МПа	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3	-	-	-	-
$P_{п.сп.}$, МПа	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	-	-	-	-
$\Sigma l_{п.з.}$, м	200	250	300	250	150	300	450	520	475	400
$\Sigma l_{п.в.}$, м	300	150	200	150	250	200	-	-	-	-
$d_{з.сп.}$, мм	108	159	219	159	219	273	108	159	219	89
t , °С	120	133	152	225	250	275	130	150	130	95

Таблиця 3.13 – Вихідні дані (за передостанньою цифрою шифру)

Цифра шифру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Q_n , МВт	3,25	3,5	4,0	4,0	4,5	5,0	3	2,5	3,5	4,0
t_o , °С	-8	-10	-12	-10	-8	-12	-8	-10	-12	-10
$t_{гр}$, °С	+5	+6	+3	+8	+5	+4	+7	+8	+6	+3

3.2.5 Методичні вказівки

Величину втрат теплоти в зовнішніх теплових мережах за звітний період визначають за формулою (3.27), кДж,

$$Q = 3600 \cdot Q' \cdot \tau, \quad (3.27)$$

де Q' - втрата теплоти, кВт;

τ - тривалість періоду, год.

Норму теплових втрат визначають з урахуванням характеристики теплової мережі в залежності від виду теплоносія і температури зовнішнього середовища t_o .

За останньою цифрою шифру вибирають з таблиці 12 вид теплоносія: насичена або перегріта пара чи вода.

Втрати теплоти трубопроводами розраховують за формулою (3.28), кВт,

$$Q' = Q_{iz} + Q_{em}, \quad (3.28)$$

де Q_{iz} - втрати теплоти крізь ізоляцію опори, фланці, вентиля, які пропорційні довжині і зовнішньому діаметру трубопроводу;

Q_{em} - теплові втрати в результаті витікання теплоносія.

1 Розрахунок Q_{iz} виконують за формулою (3.29)

$$Q_{iz} = \sum_1^n q_i^{розр} \cdot l_i \quad (3.29)$$

де l – довжина кожної ділянки теплопроводу, м;

$q^{розр}$ - розрахункова витрата теплоти на 1м довжини

теплопроводу, кВт/м.

Значення $q^{роз}$ визначають за формулою (3.30), кВт/м

$$q^{роз} = \varepsilon \cdot q, \quad (3.30)$$

де ε - температурна поправка за формулою (3.31);

q – втрати теплоти на 1 м довжини теплопроводу, кВт/м.

Чисельні значення q приймають в залежності від виду теплоносія, його параметрів та типу прокладення за умовами $t_{zp} = +5 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_o = +5 \text{ }^\circ\text{C}$.

В тих випадках, коли температура ґрунту або зовнішнього повітря відрізняється від розрахункової (+5 °С), потрібно вводити поправковий коефіцієнт, який визначається за формулою (3.31)

$$\varepsilon = \frac{t_{\Gamma}^{\max} - t_{\Gamma p}}{t_{\Gamma}^{\max} - 5}, \quad (3.31)$$

де t_m^{\max} - максимальна температура теплоносія, °С;

t_{zp} - дійсна температура ґрунту, °С.

При розрахунках повітряної мережі в формулу (3.31) підставляють дійсну середню температуру зовнішнього повітря за вихідними даними (таблиця 3.13).

1.1 Для ізольованих теплопроводів насиченої пари значення q в залежності від середнього зовнішнього діаметра трубопроводу, тиску пари в мережі $P_{м.сп}$ і типу прокладення беруть з таблиць 3.14, 3.15.

Таблиця 3.14 – Значення q для теплопроводів насиченої пари з підземним прокладенням, кВт

$d_{зн.сп}$, мм	Середній тиск пари в паропроводі $P_{м.сп}$, МПа					
	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3
76	0,149	0,156	0,169	0,180	0,187	0,196

89	0,155	0,163	0,176	0,189	0,196	0,207
108	0,165	0,175	0,188	0,203	0,210	0,219
159	0,202	0,212	0,227	0,246	0,254	0,264
219	0,234	0,249	0,268	0,286	0,298	0,310
273	0,260	0,274	0,296	0,317	0,328	0,342
325	0,283	0,300	0,322	0,345	0,358	0,373

Таблиця 3.15 – Значення q для теплопроводів насиченої пари з повітряним прокладенням, кВт

$d_{зн.ср}$, мм	Середній тиск пари в паропроводі $P_{м.ср}$, МПа					
	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3
76	0,137	0,148	0,162	0,178	0,187	0,198
89	0,151	0,161	0,178	0,182	0,202	0,213
108	0,167	0,179	0,186	0,213	0,222	0,234
159	0,198	0,211	0,230	0,254	0,265	0,280
219	0,238	0,255	0,277	0,304	0,317	0,333
273	0,268	0,287	0,306	0,343	0,357	0,377
325	0,309	0,329	0,356	0,388	0,406	0,426

1.2 Для ізолюваних паропроводів перегрітої пари значення q в залежності від середнього зовнішнього діаметра трубопроводу, середньої експлуатаційної температури пари t і типу прокладення наведені в таблицях 3.16, 3.17.

Таблиця 3.16 – Значення q для паропроводів перегрітої пари з підземним прокладенням, кВт

$d_{зн.ср}$, мм	Середня температура пари, t , °С				
	200	225	250	275	300
108	0,198	0,209	0,222	0,235	0,273
159	0,237	0,251	0,265	0,282	0,321
219	0,279	0,296	0,311	0,329	0,378
273	0,307	0,325	0,346	0,363	0,413
325	0,334	0,353	0,375	0,392	0,465

Таблиця 3.17 – Значення q для паропроводів перегрітої пари з повітряним прокладенням, кВт

$d_{зн.ср}$, мм	Середня температура пари, t , °С				
	200	225	250	275	300
108	0,212	0,232	0,250	0,266	0,319

159	0,260	0,283	0,303	0,324	0,384
219	0,296	0,323	0,349	0,374	0,449
273	0,344	0,375	0,402	0,428	0,510
325	0,387	0,418	0,448	0,479	0,569

1.3 Для водяних мереж значення q в залежності від середнього зовнішнього діаметру труб і максимальної температури гарячої води t сумарно для подавального та зворотного трубопроводів з урахуванням додаткових втрат на нагрівання фланців, опор, арматури, розміщених в непрохідних каналах і безканально, наведені в таблиці 3.18.

Таблиця 3.18 – Значення q для водяних мереж, розміщених непрохідних каналах і безканально, кВт

d _{зн.ср.} , мм	Максимальна температура води, t, °C		
	95	150	180
57	0,078	0,091	0,101
76	0,090	0,103	0,114
89	0,097	0,112	0,123
108	0,106	0,122	0,134
150	0,132	0,149	0,163
219	0,157	0,182	0,198

Примітка - Якщо строк служби ізоляції перевищує 10 років, то необхідно взяти з таблиці 3.18 величини норм втрат теплоти крізь ізоляцію і збільшити на 10 %.

Максимально допустимі норми втрат теплової енергії ізольованими трубопроводами можна також одержати з [1, с. 257].

2 Втрати теплоти з витіканням теплоносія у вигляді конденсату в залежності від стану пари та величини тиску пари у споживача $P_{н.ср.}$ визначаються за формулою (3.32), кВт,

$$Q_{вт} = A \cdot Q_n, \quad (3.32)$$

де Q_n – загальна витрата теплоти в мережі (за вихідними даними), кВт;

A – коефіцієнт втрат, значення якого беруть за даними

таблиці 3.19.

Таблиця 3.19 – Значення коефіцієнта втрат A

Тиск пари $P_{н. ср.}$, МПа	Стан пари			
	Насичена	200, °C	225, °C	250, °C
0,15	0,031	0,0294	0,0289	0,0284
0,2	0,034	0,0321	0,0315	0,031
0,3	0,038	0,0362	0,0356	0,035
0,4	0,041	0,0392	0,0385	0,0378
0,5	0,043	0,0416	0,0408	0,0401
0,6	0,045	0,0437	0,0429	0,0421
0,7	0,047	0,0458	0,045	0,0441
0,8	0,049	0,0475	0,0465	0,0456
0,9	0,050	0,0493	0,0483	0,0474
1,0	0,052	0,0505	0,0496	0,0485

Чисельні значення втрат $Q_{вт}$ для водяних теплових заводських мереж складають, кВт,

$$Q_{вт} = (2,25 \div 3,65) \cdot 10^3 \cdot Q_n, \quad (3.33)$$

де Q_n – теплова потужність споживачів, кВт.

Сумарні втрати теплоти трубопроводами визначають за формулою (3.28). Величину втрат теплоти за звітний період за формулою (3.27).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Загальні положення про порядок нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві. Затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 15 липня

1997 р. №786 // Энергозбереження. - 1997. - № 9. - С. 5-6.

2 Основні методичні положення з нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві. Затверджені наказом Держкоменергозбереження України від 14 жовтня 1997 р. № 93.

3 Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на громадсько-побутові потреби в Україні. - К., 1996. – 636 с.

4 Нормирование расходов тепла и топлива для стационарных установок железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1976. – 141 с.

5 Методические указания по определению расходов топлива, электроэнергии и воды на выработку тепла отопительными котельными коммунальных теплоэнергетических предприятий. – М.: Стройиздат, 1979. – 79 с.

6 Инструкция по нормированию расхода топливно-энергетических ресурсов на тепловых электростанциях, в промкотельных, на общезаводские и цеховые нужды предприятий цветной металлургии. – М.: Министерство цветной металлургии, 1979. – 200 с.

7 Инструкция по нормированию расхода топлива, тепловой, электрической энергии и других энергоресурсов на предприятиях и в организациях минстанкпрома. ВНИИ Ин. и ТЭИ. – М., 1984.

8 Гольстрем В.А., Кузнецов Ю.Л. Справочник по экономии топливно-энергетических ресурсов. – К.: Техніка, 1985. – 383 с.

9 Кистьянц Л.К., Юдаева Е.М. Экономия топлива на предприятиях железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1984. – 257 с.

10 Торчинский Я.М. Нормирование расхода газа для отопительных котельных. – Л.: Недра, 1991. – 163 с.

11 Пособие теплоэнергетику железнодорожного транспорта /Под ред. В.С. Молярчука. – М.: Транспорт, 1973. – 392 с.

12 Інструкція з нормування витрат палива на роботу механізмів та машин залізничного транспорту. Затверджена Наказом Міністерства транспорту від 04.08.98 р. № 313.

13 Временные методические указания по определению норм расхода тепловой энергии на обогрев зданий для предприятий железных дорог. - М.; 1986. – 69 с.

14 Міжгалузеві норми витрат палива для опалювальних котлів, які експлуатуються в Україні. Затверджені Наказом Державного комітету України енергозбереження 07.05.2001 р. №46/ВАТ “Проектний та науково-дослідний інститут по газопостачанню, тепlopостачанню та комплексному благоустрою міст і селищ України”. Укр НДІ інж. проект. - К., 2001. – 148 с.