ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ІНЖЕНЕРНОГО ОБЛАДНАННЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ: МАШИННІ ЗАЛИ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ, СКЛАДИ ТВЕРДОГО ПАЛИВА, СИСТЕМИ ПИЛОПОДАЧІ ТВЕРДОГО ПАЛИВА

***Гавриш С. А.**, к.т.н., доц. (каф. ОППЦБ, КПІ ім. Ігоря Сікорського);*
Гавриш А. С., к.т.н., доц. (каф. АЕС і ІТФ, ТЕФ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Агафонова А. К., студ. (гр. ТА-91, ТЕФ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. Розглянуті питання пожежної безпеки машинних залів теплових електричних станцій, складів твердого палива та систем пило подачі твердого палива. Приділена увага вимогам щодо пожежної безпеки в машинному залі і на його допоміжному обладнанні, яка загрожує нагріву несучих металевих конструкцій покриття будівель та приміщень, паливо проводів, тощо. Також розглянуті питання щодо обладнання незалежної мережі протипожежного водопостачання, наявність насосної станції на складі палива аналогічної до системи пожежогасіння даного підприємства. Для тракту паливоподачі передбачено використання поверхонь та обладнання пилозахисного виконання і відповідати вимогам гідро прибирання пилу.

Ключові слова: пожежна безпека, охорона праці, теплоелектростанція, машинна зала, тверде паливо, система паливо подачі.

Abstract. The issues of fire safety of engine rooms of thermal power plants, solid fuel warehouses and solid fuel dust supply systems are considered. Attention is paid to the requirements for fire safety in the engine room and its auxiliary equipment, which threatens the heating of load-bearing metal structures covering buildings and premises, fuel wires, etc. Also considered issues related to the equipment of an independent fire water supply network, the presence of a pumping station in the fuel warehouse similar to the fire extinguishing system of the enterprise. For the fuel supply path, the use of surfaces and equipment for dust protection and to meet the requirements of hydro dust removal is provided.

Keywords: fire safety, labor protection, thermal power plant, engine room, solid fuel, fuel supply system.

Вступ. Для інженерного обладнання теплоенергетичних підприємств особливу увагу належить приділяти питанням пожежної безпеки машинних залів теплових електричних станцій, складів твердого палива та систем пило подачі твердого палива. Система попередження пожеж для інженерного обладнання теплоенергетичних підприємств являє собою комплекс заходів та засобів, спрямованих на унеможливлення умов виникнення пожежі.

Пожежі на інженерному обладнанні теплоенергетичних підприємств виникають за наявності трьох чинників: горючої речовини, окисника та джерела запалювання. Горюча речовина має бути у певному кількісному співвідношенні з окисником, а у джерела запалювання має бути температура, необхідна для початку горіння. Пожежа не виникає, якщо

бракує бодай одного із цих чинників. Систему запобігання пожежам побудовано на тому, щоб не допустити одночасної взаємодії наведених чинників. Якщо ця взаємодія відбулась і пожежа виникла, то її гасіння полягає в тому, щоб видалити бодай один із наведених чинників.

Аналіз стану питання. Протипожежний захист інженерного обладнання теплоенергетичних підприємств здійснюють за такими напрямами: виявлення та обмеження розмірів і розповсюдження пожеж; утворення умов для успішного гасіння пожеж; забезпечення захисту людей та матеріальних цінностей. Він включає: застосування засобів пожежогасіння і відповідної пожежної техніки; застосування автоматичних установок пожежної сигналізації та пожежогасіння; застосування основних будівельних конструкцій і об'єктів з регламентованими межами вогнестійкості і межами поширення вогню; насичення конструкцій об'єктів антипіренами та нанесення на їх поверхню вогнезахисних сполук; застосування засобів колективного та індивідуального захисту працівників від небезпечних чинників пожежі; застосування систем захисту від диму та своєчасна евакуація людей [1-3]. Конкретні заходи відносно систем попередження пожеж і протипожежного захисту на теплоенергетичних підприємствах регламентуються галузевими нормативними актами.

Мета роботи: розглянути і проаналізувати питання пожежної безпеки машинних залів теплових електричних станцій, складів твердого палива та систем пило подачі твердого палива. Визначити вимоги пожежної безпеки в машинному залі і на його допоміжному обладнанні, яка загрожує нагріву несучих металевих конструкцій покриття будівель та приміщень, паливо проводів, тощо. Приділити увагу питанням обладнання незалежної мережі протипожежного водопостачання, наявність насосної станції на складі палива, аналогічної до системи пожежогасіння підприємств теплоенергетичної галузі. Для тракту паливоподачі передбачити використання поверхонь та обладнання пилозахисного виконання і їх відповідність вимогам гідро прибирання пилу. Виявити та оцінити потенційні фактори, що можуть загрожувати життю та здоров'ю працюючих, навколишньому середовищу, тощо.

Методики, матеріали і результати досліджень.

Пожежна безпека машинних залів теплоелектростанцій. Основні будівельні конструкції машинних залів повинні виконуватися із негорючих матеріалів. У покриттях головних корпусів електростанцій належить застосовувати тільки негорючий або важко горючий утеплювач. Гідроізоляційний килим покрівлі допускається виконувати з горючих матеріалів. Товщина захисного шару гравію повинна бути 10 мм на покритті з металевого профільного настилу, а на покрівлях, заповнених водою, – 20 мм. Пустоти ребер профільного настилу заповнюються на довжину 250 мм негорючим матеріалом (мінеральною ватою) у місцях прилягання настилу до стін, деформаційних швів, стінок ліхтарів та гребеня покрівлі і розжолобка.

На зовнішнє пожежогасіння електромашинних залів з несучими сталевими конструкціями і огороджувальними конструкціями покриттів із сталевих профільних листів з горючим або полімерним утеплювачем витрати

води необхідно приймати на 10 л/с більше передбачених будівельними нормами. Для цих будівель у місцях розміщення зовнішніх пожежних сходів передбачати стояки - сухо труби діаметром 80 мм, обладнані пожежними з'єднувальними головками на верхньому і нижньому кінцях стояка.

У фундаментах турбогенераторів і синхронних компенсаторів не повинно бути замкнених просторів, в яких можливе накопичення водню. За наявності об'ємів, обмежених будівельними конструкціями (балки, ригелі та ін.), в яких можливе накопичення водню, з найбільш високих точок цих об'ємів повинен бути забезпечений вільний вихід водню на поверхню шляхом закладання труб або іншими конструктивними рішеннями.

У покриттях машинних залів головних корпусі теплових електростанцій в місцях найвищих відміток слід передбачати світло аераційні ліхтарі і дефлектори. Діаметр внутрішнього отвору дефлекторів повинен бути не менше 300 мм. У будівлях головних корпусів електростанцій не допускається розміщувати виробництва категорії А, Б, В, якщо вони не пов'язані безпосередньо з основним технологічним процесом виробництва.

У зовнішніх стінах котельних відділень електростанцій, які працюють на твердому, рідкому чи газоподібному паливі, повинні передбачатися віконні прорізи або легко скидні конструкції площею не менше 30 % площі найбільшої стіни. Маса легко скидних конструкцій не повинна бути більше 70 кг/м^3.

Зовнішні сталеві пожежні сходи належить передбачати на фасадах головних корпусів електростанцій на відстані не менше 20 м від місць розміщення трансформаторів або іншого електротехнічного обладнання, яке перебуває під високою напругою.

Для кабельних трас у будівлях з кількістю силових кабелів 10 і більше та контрольних 50 і більше, які розташовані на висоті 2,5 м і вище від основних відміток обслуговування, передбачаються площадки з негорючих матеріалів. У місцях проходження трубопроводів для аварійного скидання пари через покрівлю будівель від горючих і важко горючих матеріалів покрівлі до зовнішньої поверхні цих трубопроводів повинні бути виконані переділки із негорючих матеріалів не менше 0,5 м. Ущільнення отворів у будівельних конструкціях навкруги труб, вентиляційних коробів та інших технологічних комунікацій необхідно виконувати негорючими матеріалами з урахуванням забезпечення меж вогнестійкості, рівних нормативній межі вогнестійкості будівельних конструкцій, через які проходять ці комунікації.

У машинних залах кількість горючих речовин і матеріалів повинна бути зведена до мінімуму, необхідного для технологічного процесу. Гарячі трубопроводи повинні мати теплову негорючу ізоляцію. Теплова ізоляція основних трубопроводів за температури теплоносія вище 100 °С на ділянках поверхні, яка розміщена близько біля маслопроводів, мазутопроводів, проти їх фланцевих з'єднань, близько кабельних ліній, повинна мати металеві та інші водо непрохідні негорючі покриття.

До генераторів і синхронних компенсаторів з повітряним охолодженням необхідно передбачати підвід води від пожежних кранів через пожежні рукави.

Пожежні крани і шафи для зберігання пожежних рукавів належить розташовувати поблизу генераторів на основній відмітці обслуговування в безпечному при пожежі місці.

Машинні зали повинні експлуатуватись згідно з вимогами ПТЕ та НАПБ В.01.034-2005/111. У них має дотримуватися протипожежний режим, який установлений місцевою інструкцією з пожежної безпеки. Машинні зали повинні бути обладнані автоматичними системами охолодження ферм покрівлі. Освітлювальна та силова електромережа машинного залу повинна відповідати вимогам ПУЕ. Первинні засоби пожежогасіння розташовуються в машинному залі на освітлених легкодоступних місцях, не перекриваючи проходів і проїздів. Забороняється перекривати доступ до первинних засобів пожежогасіння та пожежних кранів. Первинні засоби пожежогасіння передаються оперативним персоналом зміни в повному комплекті про що надається запис в оперативному журналі. Виконання всіх видів вогневих робіт в машинному залі проводиться відповідно до НАПБ В 01.034-2005/111.

Розлиті горючі та змащувальні рідини необхідно негайно прибрати, а підлогу витерти насухо. Промаслені ганчірки повинні зберігатись у спеціальних металевих ящиках об'ємом не більше 0,5 $м^3$ з написом «Для ганчір'я», які встановлюються на основних відмітках обслуговування. Ящики повинні періодично очищатись, їх вміст слід вивозити з машинного залу у спеціально відведені місця. Сміття, демонтовані деталі тощо, що загромаджують проходи та проїзди, необхідно в кінці зміни прибрати і також вивозити у спеціально відведені місця.

У разі виникнення пожежі в машинному залі або на допоміжному обладнанні, яка загрожує нагріву несучих металевих конструкцій покриття, повинні бути вжиті заходи з їх охолодження з дотриманням вимог безпеки персоналу. Указані заходи передбачаються в плані гасіння пожежі.

Не дозволяється: передбачати віконні і вентиляційні прорізи в стінах будівель електростанцій в місцях установлення масло наповнених трансформаторів, які розташовані на відстані менше 10 м від стіни і ближче 5 м від контуру проекції трансформатора на цю стіну; облицьовувати горючими полімерними матеріалами поверхні будівельних конструкцій у приміщеннях головних, центральних, блочних щитів керування (ГЩК, ЦЩК, БЩК) та інших приміщеннях щитів керування; використовувати армоване скло, склоблоки і склопрофіліт у зовнішніх стінах котельних відділень; розміщувати приміщення для зберігання масла над кабельними спорудами, акумуляторними і щитовими приміщеннями та під ними; розміщувати в електромашинних приміщеннях обладнання (особливо масло наповнене), яке не належить до технології цих приміщень; прокладати транзитні трубопроводи з горючими і легкозаймистими рідинами та газами через машинне відділення.

У приміщенні має бути аптечка, укомплектована перев'язувальними матеріалами та медикаментами. У кожній аптечці має бути список необхідних матеріалів та медикаментів та вказівки щодо їх використання. Місце знаходження аптечки визначає керівник машинного залу за узгодженням з

медпунктом (пунктом охорони здоров'я). Аптечку слід тримати в чистоті й порядку, а запас матеріалів систематично поповнювати. Поблизу робочих місць повинні бути фонтанчики або ємкості з питною водою.

Пожежна безпека складів твердого палива. Площадка для зберігання твердого палива повинна бути очищена від рослинного сміття і горючих матеріалів, вирівняна і щільно втрамбована. Забороняється складування вугілля на землі, яка має органічні речовини і колчедани; здійснювати розвантаження, зберігання на складах і спалювання палива з незнайомими або невизначеними характеристиками щодо пожежевибухобезпеки.

Під закладеними штабелями твердого палива не рекомендується розміщувати водостічні канали, дренажні пристрої, окремі труби і кабелі, теплофікаційні, кабельні та інші тунелі. За потреби будівництва тунелі мають бути прохідними і мати перекриття із шаром ущільненого ґрунту над ним товщиною не менше 1 м. На складі має бути спеціальна площадка для гасіння палива, що самозагоралося, і його остигання. Усе паливо, що поступає на склад для зберігання, складується в штабелі в міру його вивантаження з вагонів і за можливості в короткий термін. Забороняється зберігання вивантаженого палива в безформних купах і навалом більше 2 діб.

Габаритні розміри штабелів вугілля визначаються розмірами відведеної для них площадки та можливостями вантажно - розвантажувальних механізмів. Для виконання регламентних робіт із штабелями, проїзду механізмів і пожежних машин відстань від підошви штабелів до загорожі і фундаменту підкранових колій має бути не менше 3 м, а до зовнішнього краю головки підкранової рейки або брівки автошляху – не менше 2 м.

За паливом, що зберігається на складі і може загорітися, встановлюється систематичне спостереження з метою своєчасного виявлення само загорання. Основним методом експлуатаційного контролю за станом штабелів є його зовнішній (візуальний) огляд. Він виконується за встановленим графіком черговою зміною або особою, призначеною начальником цеху.

Для установлення розмірів осередку само загорання палива і для контролю за температурою осередку в штабелі повинні застосовуватись спеціальні термовізуальники і термощупи. Під час візуальних оглядів штабеля з паливом, що самозагоралося , особливу увагу необхідно звертати на стан укосів в нижній частині, де накопичуються великі куски. Там відбувається проникнення кисню, що призводить до самонагрівання і само загорання. Зовнішніми ознаками зміни температури в штабелі і появи місць само загорання є: поява за ніч на поверхні штабеля, близького до місця само загорання, вологих плям, які зникають зі сходом сонця, а в зимовий період – проталин в сніговому покрові та покришення снігу; швидке утворення сухих плям у штабелі після дощу або великої роси; поява пари і специфічного запаху продуктів розкладання палива; утворення сольових відкладень на поверхні штабеля, які зникають після опадів.

У разі виявлення ознак само загорання палива потрібно в короткий термін виконати додаткові ущільнення поверхні штабеля на ділянці, що перевищує

розміри вогнища в 2..3 рази. Якщо цих заходів недостатньо, то осередки палива, що самозагоралося, підлягають вилученню із штабеля з поступовим гасінням на спеціальній площадці з подальшим подаванням у тракт паливоподачі котла. Забороняється: заливати водою осередки палива, що самозагоралося безпосередньо в штабелі; вилучати осередки палива, що самозагоралося, із штабеля під час сильного вітру (більше 5 м/ сек.). Заглиблення, яке залишилось в штабелі, має бути засипано вологим паливом і ущільнене на рівні з поверхом штабеля.

При зберіганні особливо активного вугілля можливе його поверхневе само загоряння, яке за кілька годин може охопити всю поверхню штабеля, якщо не вжити заходів для ліквідації само загоряння, що виникло. Поверхневі осередки само загоряння палива повинні ліквідуватися перемішуванням із свіжим паливом з обов'язковим ущільненням поверхні штабеля. Допускається гасіння поверхневих осередків палива розпиленою водою з одночасним перемішуванням із свіжим паливом з наступним ущільненням. У дощову погоду можливе перемішування палива цього самого штабеля з наступним ущільненням.

За ліквідованими осередками горіння має вестись постійний контроль з записом в оперативний журнал протягом тижня. За відсутності нових осередків самозаймання зберігання і витрата палива здійснюється у звичайному порядку. Забороняється подавати паливо, що самозагоралося, безпосередньо в штабель під час розвантаження вагонів або із штабеля в тракт паливоподачі. Паливо, що загорілося у вагонах, повинно бути вилучено і подаватись на спеціальні площадки для гасіння розпиленою водою. Охолоджене паливо разом із свіжим дозволяється подавати на спалювання.

Зсуви, вимоїни, інші дефекти, що виникають у штабелі палива, що самозагоралося, протягом певного часу та довготривалих дощів мають вилучатися у короткий термін, а штабелі додатково ущільнюватись, щоб запобігти само загоранню.

При обладнанні на складі палива незалежної мережі протипожежного водопостачання і насосної станції вони повинні експлуатуватись аналогічно системи пожежогасіння даного підприємства.

Перед закладкою палива, що тільки поступило, основу старого штабеля необхідно чистити від залишків палива особливо ретельно, якщо в ньому були осередки палива, що самозагоралося при зберігання.

Пожежна безпека систем пило подачі твердого палива. Персонал, який забезпечує експлуатацію, наладку та ремонт паливоподачі твердого палива, зобов'язаний знати характеристики палива, яке подається на електростанцію, його вибухопожеженебезпеку. Перед проведенням різних робіт необхідно вилучати або звести до мінімуму утворення інтенсивного джерела пилу, оскільки пил вугілля розміром часток менше 0,2 мм зависає в повітрі і утворює вибухонебезпечні суміші. Концентрація паливного пилу у повітрі виробничих приміщень і галерей не повинна перевищувати 10 мг/м^3. Контроль запиленості приміщень має проводитись за графіком залежно від властивостей палива.

Вузли пересипання палива та технологічне обладнання з джерелами пилу повинні мати надійне ущільнення. За станом ущільнень встановлюється періодичний контроль. На вузлах пересипання палива повинні нормально працювати аспіраційні установки або установки подавлення пилу з застосуванням тонко розпиленої води, повітряно-механічної піни або водо парової суміші.

Під час подавання палива мають працювати всі засоби знепилення, які розташовані на тракті паливоподачі, та пристрої-уловлювачі металу та трісок. Пристрої пуску та зупинки установок обезпилення та пилеподавлення повинні бути зблоковані з установками пуску та зупинки конвеєрів паливоподачі. На тракті паливоподачі повинен регулярно проводитись контроль і своєчасний поточний ремонт устаткування для зменшення нагромадження пилу. Прибирання пилу проводиться за затвердженим графіком залежно від типу твердого палива, його здатності до окислення та запилення з використанням гідро змивання або механізованим способом. В окремих місцях його можна прибирати вручну після зволоження пилу розпиленою водою.

Опалювальні системи, що встановлені протягом тракту паливоподачі, повинні мати гладкі поверхні та бути легкодоступні для очищення. Електрообладнання тракту паливоподачі має бути пилозахисного виконання і відповідати вимогам гідро прибирання пилу. На кабельних трасах, що проходять трактом паливоподачі, необхідно залишити просвіти між кабелями для зменшення нагромадження пилу. Перетинання кабельних проходів на перекриттях та стінах ущільнюється.

У приміщеннях, галереях конвеєрів і бункерах сирого вугілля застосовуються світильники пилозахисного виконання. Їх очищення та заміна лампочок проводиться тільки електромонтером після виключення напруги. Допускається застосування люмінесцентних світильників закритого виконання.

Під час завантаження та роботи конвеєрних стрічок не повинно бути просипання палива. Розсипане паливо слід прибирати протягом робочої зміни.

Щоб уникнути злежування палива, що самозагорається, бункери сирого вугілля спорожнюються за графіком до мінімально допустимого рівня. Вони спорожнюються також у разі переходу електростанції на спалювання газу, мазуту та перед капітальним ремонтом.

Дренчерні водяні завіси повинні перевірятись з пуском води за затвердженим графіком не менше одного разу на квартал з записом результатів перевірки в оперативний журнал паливно-транспортного цеху. Ручне управління завісами розташовується в доступних за пожежі місцях (на сходах, тамбурах тощо). Змащувальні матеріали у кількості добової потреби зберігається в закритій тарі або закритих маслянках поблизу робочих місць у спеціальних металевих ящиках. Зварювальні та інші вогневі роботи проводяться з виконанням вимог безпеки. Перед проведенням вулканізаційних робіт на конвеєрах необхідно очистити від пилу ділянку не менше 10 м уздовж стрічки, за потреби виконати гідро прибирання та забезпечити її пересування засобами пожежогасіння.

У виробничих приміщеннях тракту паливоподачі забороняється: палити за межами спеціально відведеного місця; застосовувати для опалення електричні нагрівальні прилади та відкриті лампи розжарювання; подавати паливо, що самозагоралося (тліюче), на конвеєри і складувати його в бункери; нагромаджувати паливо під нижніми нитками конвеєрних стрічок; зберігати в галереях конвеєрів демонтоване обладнання, транспортерну стрічку та інші горючі матеріали; зупиняти конвеєри навантажені паливом, крім аварійних випадків. У разі аварійної зупинки конвеєрні стрічки повинні бути розвантажені від палива в найкоротший термін.

У разі виявлення осередків вогнищ, тління або горіння в бункері сирого палива необхідно вжити таких організаційних і технічних заходів: організувати гасіння вогнища (тління) розпиленою водою; завантажити бункер до найбільшої відмітки свіжим паливом, якщо це можливо; швидко розпочати спрацювання палива з бункера; доповісти начальнику зміни, цеху або станції про проведену роботу; зробити відповідний запис в оперативний журнал цеху; при пошкодженому обладнанні або його зупинці провести розслідування.

Висновки. Проведений аналіз дозволив встановити основні вимоги до пожежної безпеки машинних залів теплових електричних станцій, складів твердого палива та систем пило подачі твердого палива.

Наведені основні вимоги щодо пожежної безпеки машинних залів теплових електричних станцій. Машинні зали повинні експлуатуватись згідно з вимогами ПТЕ та НАПБ В.01.034-2005/111. У них має дотримуватися протипожежний режим, який установлений місцевою інструкцією з пожежної безпеки. Машинні зали повинні бути обладнані автоматичними системами охолодження ферм покрівлі.

Встановлено, що у машинних залах теплових електричних станцій та їх допоміжному обладнанню кількість горючих речовин і матеріалів повинна бути зведена до мінімуму, необхідного для технологічного процесу.

Для надійної експлуатації, наладки та ремонту системи паливоподачі твердого палива, необхідно знати всі характеристики палива, яке подається на електростанцію, його вибухопожеженебезпеку. Перед проведенням різних робіт необхідно вилучати, або звести до мінімуму утворення інтенсивного джерела пилу.

Для пожежної безпеки складів твердого палива необхідно мати рівні, очищені від рослинного сміття і горючих матеріалів, щільно втрамбовані площі. Забороняється складування вугілля на землі, яка має органічні речовини і колчедани; здійснювати розвантаження, зберігання на складах і спалювання палива з незнайомими або невизначеними характеристиками щодо пожежевибухобезпеки. Передбачені заходи з візуального огляду стану складів твердого палива.

Матеріали статті можуть бути використані під час підготовки розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» в атестаційних роботах бакалаврів та дисертаціях магістрів, як професійного, так і наукового спрямування.

Література

1. Гавриш С.А. Охорона праці в теплоенергетиці: підруч. / С.А.Гавриш, А.С.Гавриш. – Вид. 2-ге, переробл. й доповн. – К.: Талком, 2020. 589с. ISBN 978-617-7832-10-1.

2. Гавриш С.А. Охорона праці в галузі телекомунікацій: підруч. / С.А.Гавриш, А.С.Гавриш. – Вид. 3-тє, переробл. й доповн. – К.: Талком, 2019. 553с. ISBN 978-617-7832-05-7.

3. Левченко О.Г. Охорона праці та цивільний захист: підручник / О. Г. Левченко, О. І. Полукаров, В. В. Зацарний, Ю. О. Полукаров, О. В. Землянська. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 420 с.