

# ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ІНЖЕНЕРНОГО ОБЛАДНАННЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ: КОТЕЛЬНІ ТА ПАРОТУРБІННІ УСТАНОВКИ

**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);  
*Федорець Д. С.*, студ. (гр. ТФ-81, ТЕФ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

**Анотація.** Розглянуті питання пожежної безпеки інженерного обладнання теплоенергетичних підприємств. В першу чергу до такого обладнання відносяться котельні та паротурбінні установки. Приділена увага вимогам щодо пожежної безпеки будівель та приміщень, де розміщене таке обладнання, особливостям прокладання і розташування газоходів, трубопроводів, паливопроводів, тощо. Також розглянуті питання щодо вогневих робіт на інженерному обладнанні, особливості пуску в роботу і експлуатації паротурбінного устаткування.

**Ключові слова:** пожежна безпека, охорона праці, теплоенергетика, котельна установка, паротурбінна установка.

**Abstract.** The issues of fire safety of engineering equipment of thermal power enterprises are considered. First of all, such equipment includes boiler and steam turbine plants. Attention is paid to the requirements of fire safety of buildings and premises, where such equipment is located, features of lying and location of gas outlets, pipelines, fuel wires, etc. The issues concerning fire works on engineering equipment, peculiarities of start-up and operation of steam turbine equipment are also considered.

**Keywords:** fire safety, labor protection, heat engineering, boiler plant, steam turbine plant.

**Вступ.** Пожежна та вибухонебезпечність інженерного обладнання теплоенергетичних підприємств залежить від властивостей матеріалів і речовин, що використовують, їх кількості та особливостей. Тому під час проведення аналізу пожежевибухонебезпечності інженерного обладнання теплоенергетичних підприємств слід виявити ці матеріали та речовини, оцінити їх властивості, визначити категорію приміщень та будівель за вибухопожежною і пожежною небезпекою та класи пожеженебезпечних і вибухонебезпечних зон; виявити та оцінити потенційні та фактичні джерела запалювання, умови формування горючого середовища та умови виникнення контакту джерел запалювання з ними, причини поширення вогню, наявну загрозу життю та здоров'ю працюючих, навколишньому середовищу, можливі матеріальні втрати [1-3].

**Аналіз стану питання.** Забезпечення пожежної безпеки – це один із важливих напрямів щодо охорони життя та здоров'я людей, матеріальних цінностей та навколишнього середовища. Людству ще не вдалося знайти надійних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки. Вогонь, що вийшов з-під контролю, здатний спричинити значні руйнівні та смертоносні наслідки.

Статистика свідчить про те, що за останні роки в Україні намітилась тенденція до зниження кількості пожеж. Протягом доби в Україні виникає близько 120 пожеж, в деяких з них гинуть люди. Пожежі завдають значних матеріальних збитків. Це знищення або пошкодження основних виробничих і невиробничих фондів, матеріальних цінностей, особистого майна населення (прямі збитки), витрати на ліквідацію самих пожеж, їх наслідків, на компенсацію постраждалим від простою виробництва, перерви в роботі, зміни графіка руху транспортних засобів – це побічні витрати.

На теплових електростанціях небезпека виникнення пожеж пов'язана з наявністю великої кількості палива (твердого, рідкого, газового); різних мастил в системах змащування і регулювання технологічного обладнання; розгалуженого кабельного господарства з великими струмовими навантаженнями в кабельних шахтах, тунелях, поверхах, лотках, естакадах; споживачів електроенергії на власні потреби різних потужностей і напруг; високих температур теплоносіїв, газів, що відходять, поверхонь технологічного обладнання та трубопроводів, тощо.

**Мета роботи:** розглянути і проаналізувати фактори пожежевибухонебезпечності інженерного обладнання теплоенергетичних підприємств. В першу чергу котельних та паротурбінних установок. Розглянути властивості матеріалів і речовин, що використовуються на таких об'єктах. Виявити матеріали та речовини, які можуть становити пожежну небезпеку та оцінити їх властивості. Визначити категорію приміщень та будівель за вибухопожежною і пожежною небезпекою. Виявити та оцінити потенційні та фактичні джерела запалювання, наявну загрозу життю та здоров'ю працюючих, навколишньому середовищу, тощо.

**Методики, матеріали і результати досліджень.** Улаштування котельних установок має відповідати технічним вимогам з вибухобезпеки. Перед пуском котла після монтажу, ремонту або довгострокової зупинки (більше 3 діб) необхідно перевірити (випробувати) і підготувати до роботи усі допоміжні механізми, засоби захисту, управління, вимірювання, блокування, зв'язку і системи пожежогасіння повітропідігрівників з пуском води через контрольний дренаж. Пуск обладнання і розпалювання котла необхідно проводити під керівництвом посадової особи, яка має досвід його пуску та експлуатації.

Забороняється розпочинати операції з розпалювання котла, якщо:

- технологічне обладнання має дефекти, що не дозволяють забезпечити нормальний режим роботи або спричинити пожежу;
- не працюють контрольно-вимірювальні прилади у тому числі і реєструвальні, які визначають основні параметри роботи котла;
- є неполадки в ланцюгах управління, в технологічних захистах і блокуваннях, які діють на зупинення котла;
- не закінчені ізоляційні роботи й не зняті будівельні риштування;
- не забезпечений нормальний режим у мережі протипожежного водопостачання і не готові засоби пожежогасіння.

Перед розпалюванням (після згасання факела й після зупинки) котла топка і газоходи в тому числі і рециркуляційні повинні бути провентильовані згідно з вимогами Правил технічної експлуатації (ПТЕ) та експлуатаційної інструкції. Під час вентиляції запірні і регулювальні апарати мають бути встановлені в положенні, що забезпечує попередження утворення застійних зон у топці, газоходах, повітропроводах і пальниках та попередить попадання вибухонебезпечної суміші в систему котла.

Газоходи котла необхідно продувати через спеціальні свічки. Термін продувки визначається місцевими експлуатаційними інструкціями, а вміст кисню в газі не повинен перевищувати 1 %. Забороняється запалювати газ, який випускається через продувальні свічки, виконувати зварювальні та інші вогневі роботи під час пускових операцій котла та продувці газопроводів. Для попередження попадання конденсату природного газу в топку котла необхідно вжити організаційні та технічні заходи. Пристрої збору та випуску конденсату із газопроводу мають відповідати вимогам вибухопожежебезпеки.

Персонал котельні зобов'язаний суворо контролювати забезпечення встановленого паливного режиму котельних установок, що гарантує безпеку їх роботи. Під час одержання сигналу про загоряння відкладень у газоході (повітря підігрівачі) котла необхідно повідомити старшого зміни про виникнення загоряння, зупинити котел, відкрити засувки подавання води в стаціонарну установку пожежогасіння повітря підігрівача, або подати насичену пару в газохід котла (за наявності скляних повітря підігрівачів). Якщо температура за повітря підігрівачем продовжує рости, необхідно діяти відповідно до оперативного плану пожежогасіння.

Котел має бути зупинений в аварійних випадках, які передбачені ПТЕ, та у разі виникнення пожежі в котельному відділенні, якщо вогонь або продукти згоряння загрожують життю персоналу або є безпосередня загроза пошкодження обладнання, ланцюгів управління і захистів котла.

За пожежі в приміщенні котельного цеху негайно викликати пожежну охорону, відключити ділянку газопроводу та мазутопроводу, які перебувають в зоні дії вогню або високих температур. У разі потреби вжити заходів щодо спорожнення газо- і мазутопроводів від горючих матеріалів.

У середині котельних відділень на вхідних засувках, напірних і зворотних лініях газо- і мазутопроводів мають бути вивішені таблички «Закрити при пожежі».

Мазут, що розлився або протік через порушення щільності сальників, арматури, форсунок або трубопроводів, необхідно присипати піском і негайно прибрати, а місце розливу добре протерти. На мазутопроводах і паропроводах має застосовуватись тільки негорюча теплоізоляція. Потрібно унеможливити попадання мазуту і масла на теплоізоляцію гарячих трубопроводів та гарячі поверхні обладнання. За необхідності негайно вжити заходів щодо усунення горючих рідин (ГР) з теплоізоляції. У цих випадках ділянки теплоізоляції необхідно очистити гарячою водою або паром, а якщо це не допомагає, ділянка теплоізоляції має бути повністю замінена.

Мазутопроводи в будівлях необхідно виготовляти з посилених сталевих безшовних труб підвищеного класу з мінімальною кількістю фланцевих з'єднань. Мазутопроводи повинні експлуатуватись і випробовуватись за спеціальними вимогами. Забороняється прокладати та експлуатувати газо- та мазутопроводи нижче нульової відмітки обслуговування головного корпусу електростанції.

Необхідно періодично не менше 1 разу на півроку проводити візуальний огляд стану теплоізоляції трубопроводів, обладнання і бункерів. Виявлені порушення відмічати в журналі дефектів і неполадок обладнання. Особливої уваги потребують місця, де є відшарування теплоізоляції трубопроводів з високою температурою теплоносія, оскільки попадання на них ГР спричиняє їх самозагорання.

Усі вогневі роботи на обладнанні котельних установок мають проводитися тільки з оформленням нарядів та з урахуванням вимог безпеки. При їх виконанні у приміщенні котельного відділення спалимі конструкції та обладнання в радіусі 5 м мають бути очищені від відкладень пилу і надійно захищені металевим екраном, азбестом або змочені водою та вжиті заходи проти розлітання іскор і попадання їх на інші спалимі конструкції площадок і поверхів, що розташовані нижче. У разі можливого попадання іскор на площадки і поверхи на цих відмітках поставити спостерігача. Забороняється проводити зварювальні та інші вогневі роботи на діючому вибухопожежебезпечному обладнанні котельних установок.

Усі трубопроводи в котельному відділенні повинні мати розпізнавальне фарбування і кольорові кільця залежно від речовин, що транспортуються, а в приміщенні на обладнанні мають бути знаки безпеки. Газопроводи фарбують в жовтий колір, а мастилопроводи – в коричневий.

Резервний комплект мазутних форсунок, які попередньо перевірені на стенді, повинні зберігатись на спеціальному стелажі поряд з відповідним котлом. Замінені форсунки необхідно очищати в спеціально відведеному і обладнаному місці, яке має первинні засоби пожежогасіння.

Відповідно до НАПБ Б.07.005–86 (ОНТП 24–86) приміщення та будівлі теплоенергетичних підприємств за вибухонебезпечністю та пожежною небезпекою поділяють на категорії: А, Б, В, Г, Д.

Категорія А – вибухопожежебезпечна – приміщення, в яких застосовують горючі гази, легкозаймісті рідини з температурою спалаху не більшою 28 °С у такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, у разі спалахування яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа, а речовини та матеріали здатні вибухати та горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа.

Категорія Б – вибухопожежебезпечна – приміщення, в яких застосовують горючі пил або волокна, легкозаймісті рідини з температурою спалаху більшою 28 °С та горючі рідини у такій кількості, що можуть

утворюватися вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, у разі спалахування яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні більше 5 кПа.

Категорія В – пожежонебезпечна – приміщення, в яких розміщені горючі та важкогорючі рідини, тверді горючі речовини та матеріали (у тому числі пил та волокна), речовини та матеріали при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним здатні горіти лише за умов, якщо приміщення, у яких вони перебувають або їх використовують, не належать до категорій А та Б.

Категорія Г – приміщення, в яких розміщено негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес оброблення яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі гази, рідини і тверді речовини, які спалюють або утилізують, як паливо.

Категорія Д – приміщення, в яких розміщено негорючі речовини та матеріали в холодному стані. Дозволено зараховувати до категорії Д приміщення, у яких розміщено горючі рідини у системах змашування, охолодження та гідроприводу обладнання, у яких не більше 60 кг в одиниці обладнання за умов тиску не більше 0,2 МПа, кабельні електропроводки до обладнання, окремі предмети, меблі на місцях.

Категорію будівель визначають після того, як визначать категорії приміщень. Залежно від встановленої категорії передбачено комплекс будівельних, технічних та профілактичних противибухопожежних заходів. На входних дверях до приміщень розміщують таблички з позначенням їх категорії.

У разі перепланування приміщень, зміни їх функціонального призначення, застосування нового технологічного устаткування не дозволено зниження мінімальних границь вогнестійкості конструкцій та погіршення умов евакуації людей.

Придбані за кордоном машини, механізми, устаткування, технологічне обладнання, будівельні конструкції та матеріали вводять в експлуатацію лише за умови відповідності їх чинним в Україні нормативним актам з пожежної безпеки.

На входах у приміщення мають бути вивішені таблички з позначенням категорії вибухопожежної та пожежної небезпеки відповідно до НАПБ Б.03.002-2007 (ОНТП 24-86) та класу зони за НПАОП 0.00-1.32-01.

Пуск в роботу паротурбінних установок дозволяється тільки після закінчення усіх робіт, прибирання робочих місць, закриття усіх нарядів, огляду обладнання, перевірки оперативним персоналом готовності основного та допоміжного обладнання, засобів пожежного захисту, наявності та справності кожухів і ізоляції гарячих поверхонь.

Під час експлуатації турбогенераторів не допускається попадання масла на гарячі поверхні, в підвальні приміщення та на кабельні траси. Для цього мають передбачатись заходи проти фонтанування масла на напірних маслопроводах шляхом:

- застосування сталевих запірної арматури замість чавунної;
- установлення фланців фасонного типу (з шипом і пазом);
- окожухування фланцевих з'єднань і запірної арматури;

– закриття металевими коробами маслопроводів, що проходять біля нагрітих поверхонь паропроводів.

Указані коробки виготовляються згідно з вимогами заводів-виробників турбін і повинні мати ухил для стоку масла в аварійну ємкість через трубу діаметром не менше 75 мм. Перевірка зливних пристроїв указаних коробів проводиться заповненням їх водою після монтажу та у період капітальних ремонтів турбін із складанням відповідного акта. Забороняється за винятком аварійних ситуацій для збору мастил з ущільнень і сальників, що протікають, підкладати ганчірки, використовувати тимчасові лотки, металеві листи та деки. У разі неможливості негайно усунути протікання масла і за незначної його кількості розпорядженням начальника цеху встановлюється постійний нагляд за місцем протікання, а масло, що протікає, витирається насухо. За наявності значних протікань необхідно аварійно зупинити обладнання і вивести його в ремонт.

У разі попадання масла на теплоізоляцію гарячих поверхонь вони мають бути очищені гарячою водою, а якщо це не допомагає за глибокого проникнення масла в теплоізоляцію цю ділянку необхідно замінити. Не рідше одного разу на 6 місяців повинен проводитись огляд теплоізоляції паропроводів. Виявлені пошкодження заносяться в журнал дефектів і усуваються для попередження загорання масла, яке туди попало.

Маслобаки турбін повинні бути обладнані аварійними зливами масла, стаціонарними установками пожежогасіння з дистанційним запуском, який розміщується у безпечному за пожежі місці. Кнопки дистанційного пуску та ручні приводи систем пожежогасіння та охолодження маслобаків повинні бути пофарбовані у червоний колір і мати написи «Відкривати при пожежі» і табличку «Маслобак № ...». Приводи засувки аварійного зливу масла пломбуються і на них повинен бути напис «Аварійний злив масла».

Турбогенератор повинен бути негайно зупинений при сильних витоках масла з загрозою його займання; займання промасленої ізоляції на агрегаті; виникненні пожежі в машинному залі, яка загрожує безпеці обслуговуючому персоналу і робить неможливою подальшу експлуатацію обладнання.

**Висновки.** Проведений аналіз дозволив встановити основні вимоги до пожежної безпеки інженерного обладнання теплоенергетичних підприємств. В першу чергу котельних та паротурбінних установок.

Приділена увага улаштуванню котельних установок з точки зору відповідності технічним вимогам з вибухобезпеки.

Передбачені заходи з візуального огляду стану теплоізоляції трубопроводів, самих газоходів, паливо проводів, паропроводів, бункерів та іншого обладнання і.

Наведені основні вимоги щодо пожежної безпеки будівель та приміщень, де розміщене інженерне обладнання теплоенергетичних підприємств.

Проаналізовано, як безпечно запускати і експлуатувати турбогенератори.

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.