

# БЕЗПЕКА ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ ТВЕРДОПАЛИВНОГО ГОСПОДАРСТВА ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

**Гавриш С. А.**, к.т.н., доц. (каф. ОПШЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського);  
**Гавриш А. С.**, к.т.н., доц. (каф. АЕ, НН ІАТЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського);  
**Петровський Ю. Ю.**, студ. (гр. ТК-п11, НН ІАТЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

**Анотація.** Розглянуті правила безпеки під час розвантажування твердого палива. Проаналізовані правила безпеки під час експлуатації складів твердого палива. Визначені правила безпеки під час експлуатації пилоприготувальних установок.

**Ключові слова:** паливне господарство, теплова електростанція, тверде паливо, охорона праці, заходи безпеки.

**Abstract.** The safety rules during the unloading of solid fuel were considered. Analyzed safety rules during the operation of solid fuel warehouses. Defined safety rules during the operation of dust preparation plants.

**Keywords:** fuel management, thermal power plant, solid fuel, labour protection, safety measures.

**Вступ.** Паливне господарство теплових електростанцій об'єднує механізми та обладнання, які забезпечують приймання палива, що надходить на станцію; транспортування його на склад або котельню; зберігання його запасів; за необхідності розморожування або підсушку; роздрібнення кусків палива залежно від умов його спалювання (шаровий або пиловидний); уловлювання металевих предметів з метою захисту дробарок і швидкохідних млинів від пошкодження [1-3].

**Аналіз стану питання.** Паливне господарство твердого палива складається із відкритого складу, обладнаного краном-перевантажувачем, вагоноперекидача та паливоподачі. Склади твердого палива призначені для прийому палива, що надходить на теплові електростанції понад поточних витрат, а також для забезпечення безперервної роботи електростанції у разі перерви в надходженні палива. Стаціонарні склади розраховуються на запас місячної потреби палива. Вони виконуються відкритими. На електростанціях середньої і великої потужності трудомісткі роботи на складах виконуються механізованим способом із застосуванням грейферних кранів, які захоплюють і транспортують паливо по складу, скреперів, бульдозерів, інших навантажувальних машин.

Під час виконання робіт на складах твердого палива має бути забезпечена достатня видимість дороги для безпечного пересування машин, фронту робіт і прилеглих до нього ділянок. Забороняється розводити відкритий вогонь, звільняти від шлаку топки паровозів, залишати без нагляду механізми з працюючими двигунами, щоб уникнути загоряння палива.

Обслуговування пилоприготувальних установок проводиться відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.02-01 «Правила безпечної експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій і теплових мереж» та ін.

**Мета роботи:** розглянути правила безпеки під час розвантажування твердого палива. Проаналізувати правила безпеки під час експлуатації складів твердого палива. Визначити правила безпеки під час експлуатації пилоприготувальних установок.

**Методики, матеріали і результати досліджень.**

**Правила безпеки під час розвантажування твердого палива.** Тверде паливо надходить, як правило, в залізничних саморозвантажних вагонах. За витрат палива понад 350 т/г застосовуються роторні перекидачі. Розвантажувальні пристрої виконуються у вигляді траншей з двох боків шляху або у вигляді приймальних бункерів. На дробарку паливо подається транспортерами. Розвантажувати вагони з паливом дозволяється тільки після їх повної зупинки і закріплення гальмовими башмаками, відчеплення і відведення локомотива на відстань не менше 5 м за межі розвантажувального пристрою. Якщо розвантажування здійснюється вагоноперекидачами, можна не закріплювати вагони гальмовими башмаками. У разі відсутності людей в розвантажувальному пристрої дозволяється не відчіплювати локомотив від поїзда, що розвантажуються, якщо від локомотива відбирається стиснене повітря для відкривання і закривання люків. Під час подавання вагонів безпосередньо на бункери котельної не потрібно відчіплювати вагони від локомотива перед їх розвантаженням.

Роботи з розвантаження палива проводяться під керівництвом машиніста вагоноперекидача. Вагони перед розвантаженням оглядаються. У разі виявлення несправностей запірних механізмів, бортів, кришок люків та їх кріплення вживаються заходи щодо їх усунення.

Отвори для скидання палива у бункери, незалежно від способу розвантаження, перекриваються ґратами з вічками розміром 240×240мм. Заборонено розвантажувати паливо з осередками горіння у бункери сирого вугілля в котельнях або для складання його у штабелі на зберігання. Його розвантажують на спеціально виділену площадку складу для гасіння та охолодження.

Під час відкривання люків та бортів вагонів-самоскидів (гондол, хоперів тощо) та відкидання бортів платформ працівники мають перебувати збоку від люка або борта.

Для запобігання перевертання вагонів під час їх розвантажування люки відкриваються по чергово по одному з кожного боку вагона. У разі відсутності палива, що зависло, або примерзло до стінок, для очищення вагонів дозволяється залазити в них через відкриті люки. Хопери очищаються із спеціальних площадок. Очищати у розвантажувальних пристроях вагони від палива, що зависло або примерзло до стінок і днища, необхідно тільки зверху з приставних драбин, що мають верхні гаки, і за відсутності працівників біля люків у місцях

падіння палива. Очищати вагони мають два працівника, щоб за потреби надати потерпілому негайну допомогу.

Розвантажувати вагони на естакадах складів та в розвантажувальних пристроях траншейного типу слід із стаціонарних містків (ходових площадок), а також з пересувних кранових або візкових площадок. У разі їх відсутності закривати люки і борти вагонів на місці проведення розвантажування заборонено. Вони закриваються на спеціально пристосованих ділянках з люкопідіймачами. Дозволяється закривати люки вагонів на цих ділянках без відчеплення локомотива.

Забороняється перебувати працівникам у приймальних ямах та траншеях під час розвантажування та навантажування вагонів на складах або в приймально-розвантажувальних пристроях з естакад, роботи скреперів, інших механізмів.

У холодний період року для розігрівання вугілля, що змерзло, або його підсушки застосовуються тепляки. Вхід людей в них дозволяється тільки за температури не більше 40°C та за зупинених вентиляторів. Забороняється перебувати у тепляку під час подавання та виведення залізничних вагонів. Ворота камери тепляка після перевірки правильності установа вагонів та за відсутності людей закриваються на запори. Якщо тепляк перебуває у режимі гарячого резерву, його оглядають не менше двох працівників. У разі експлуатації тепляків з реактивними двигунами турбіни огорожуються металевими листами товщиною не менше 10 мм. Під час роботи двигунів перебувати у приміщенні, де вони установлені, або поблизу них (у разі розташування двигунів поза приміщенням) заборонено. За необхідності розморожування або підсушки палива заїзд локомотива у тепляк, що розміщений перед вагоноперекидачем і перебуває у робочому режимі, заборонено. Перед виїздом розвантажених вагонів необхідно вивести працівників на безпечну відстань, а предмети, що заважають руху, видалити. Під час під'їзду локомотива до вагонів та відправлення їх має подаватися застережний сигнал. Забороняється усувати несправності та заливати мастила в букси під час руху вагона і проведення маневрових робіт.

Подрібнювати вугілля вручну на ґратах бункерів приймально-розвантажувальних пристроїв необхідно із задалегідь укладених настилів під керівництвом начальника зміни або машиніста вагоноперекидача. Розбивати куски вугілля необхідно у захисних окулярах закритого типу з безбарвними стеклами. Проходи через приміщення вагоноперекидача з робочої зони дробильно-фрезерних машин і робочі місця біля пультів керування цими машинами обгороджуються суцільними металевими листами висотою не менше 2 м.

Вагоноперекидачі обладнуються звуковою і світловою сигналізацією, яка заблокована з пусковим ключем на щиті керування вагоноперекидачем. Вони мають мати систему пило пригнічування, яка вмикається під час розвантажування вагонів з вугіллям. Забороняється вмикати вібратори під час перекидання вагоноперекидача без вагона.

Огляд, ремонт і змащування вагоноперекидачів та інших механізмів проводиться тільки після зупинки обладнання і розбирання електросхеми двигуна. Очищати вагон у вагоноперекидачі дозволяється тільки після монтажу страхувального канату або установавання тимчасових огорожень, що відповідають вимогам безпеки. Одночасно з страхувальним канатом обов'язково застосовується запобіжний пояс. Торцеві двері вагонів мають бути зачинені і надійно закріплені. Входити у вагон, що розміщений у роторному вагоноперекидачі, слід через місток.

У разі подавання вагонів локомотивом заходити у вагон для ручного відбирання проб палива дозволяється тільки після відчеплення і відведення локомотива на відстань не менше 5 м і закріплення вагонів. У цьому разі дозволяється підніматись у вагон для відбирання проб палива по його скобах або по приставній драбині.

***Правила безпеки під час експлуатації складів твердого палива.*** Приймальні бункери вугільних складів мають бути обладнані ґратами з розміром вічок не більше 400×400 мм, якщо вугілля подрібнюють на них бульдозерами, і розміром 240×240 мм, якщо вугілля подрібнюють вручну.

Штабелі твердого палива розміщуються таким чином, щоб їх підшва була не ближче 2,5 м від крайніх до штабелів рейок залізничної колії і 1,5 м від бровки автодороги. Максимальна висота штабеля у разі обслуговування його краном-перевантажувачем повинна бути такою, щоб відстань між поверхнею штабеля і низом грейфера, який піднятий у крайнє верхнє положення, була не менше 0,5 м. Під час формування штабеля або подавання вугілля до приймальних підземних складських бункерів заносити відвал за бровку насипу заборонено, щоб уникнути сповзання і перекидання машини.

Для виключення можливого обвалювання або сповзання палива під час штабелювання і особливо відвантажування слід уникати утворення крутих схилів. У разі їх утворення наближатися до них заборонено. Круті схили обвалюються бульдозерами або грейферними кранами. Біля них установаються застережні знаки безпеки. Ходити по верхній частині штабеля і по схилах дозволяється тільки по трапах, що відповідають вимогам безпеки. У місцях розташування штабеля, де є підозра на осередки горіння, і по свіжо насипаному вугіллю заборонено.

Скрепери, бульдозери, пересувні крани, що перебувають на утрамбованому штабелі палива, не повинні наближатися до верхньої бровки штабеля ближче 1 м, а на не утрамбованому штабелі відстань від краю бровки до гусениці механізму має бути не менше ніж 1,5 м. У випадку утворення біля штабеля вертикальної стінки (під час його розбирання) заввишки понад 3 м мінімальна відстань від його кромки до гусениць механізмів має бути не менше 4 м. Пересування і робота бульдозерів і скреперів на схилах штабеля дозволяється тільки за умови, коли кути підйомів і спусків не перевищують визначені у заводській технічній документації на ці машини.

У разі розвантажування, транспортування і планування штабелів палива двома і більше скреперами, бульдозерами, котками тощо, що рухаються один за

одним, відстань між ними має бути не менше 5 м. Розвертати бульдозер із завантаженим або заглибленим відвалом заборонено.

Під час роботи на тракторі або бульдозері заборонено: виходити з машини під час руху; виходити на свіжонасипане паливо у місці розташування приймальних підземних бункерів; залишати машину на схилі з увімкненим двигуном; заправляти і ремонтувати машину на штабелі; користуватись вогнем на штабелі; оглядати підвал бульдозера у піднятому положенні; працювати під отвором виходу палива працюючого конвеєра.

Під час укочування схилів штабеля котком стояти внизу біля місця укочування заборонено. Катки спускаються на натягнутому тросі.

Після закінчення подавання бульдозером палива із складу у приймальні бункери заборонено: залишати бункери, заповнені вологим вугіллям; залишати навкруги бункерів вертикальні стінки, що утворились під час подавання вугілля. Після закінчення роботи бункери необхідно випорожнювати і перекривати щитами або заповнювати сухим вугіллям.

Після засипання приймальних підземних складських бункерів вугіллям місця їх розташування позначаються видимим покажчиком (рейкою з прапорцем, тощо).

Відвали і ковші під час пересування бульдозерів і скреперів піднімаються у транспортне положення. Заборонено виходити з кабіни перевантажувача, роторно-навантажувальної машини і крана, не знявши напругу, та під час грози.

**Правила безпеки під час експлуатації пилоприготувальних установок.** У приміщеннях пилоприготувальних установок слід дотримуватись чистоти, періодично прибирати пил з усіх частин обладнання, будівельних конструкцій та трубопроводів, очищати аспіраційні установки від пилу. Особливу увагу слід приділити запобіганню накопичення пилу на гарячих поверхнях обладнання. Забороняється прибирати пил з-під барабанів і приводів працюючих млинів.

Не дозволяється відкривати люки або лази, замінювати діафрагми вибухових запобіжних клапанів, проводити інші роботи, пов'язані з порушенням герметичності пилогазоповітряного тракту на елементах системи з пилогазоповітряною сумішшю. Забороняється робота пило систем, якщо з них вибивається запилене повітря.

У разі виявлення у бункерах сирого вугілля, жевріючих відкладень або у разі підозри їх наявності потрібно ці місця залити розпиленою водою або заповнити бункер пилом до найвищих допустимих значень і продовжувати подавати паливо в топку котла. За наявності тління або горіння у бункерах пилу негайно припиняються всі роботи поблизу бункерів, а працівники, що не беруть участі у гасінні горіння, виводяться на безпечну відстань.

За наявності ознак горіння пилу у будь-якій частині пило системи, за винятком бункерів, застосовуються заходи режимного порядку стосовно ліквідації осередків горіння, а у разі неможливості їх здійснення робота пило системи припиняється. Пуск її в роботу допускається тільки після повної ліквідації осередків горіння.

Вогневі роботи повинні проводитися тільки на виведеній з роботи пилоприготувальній установці. Під час проведення таких робіт на обладнанні систем пило приготування спалімі конструкції і обладнання в радіусі 5 м мають бути очищені від відкладень пилу і надійно захищені металевим екраном, азбестом або политі водою, а також вжиті заходи щодо запобігання розлітання іскор, щоб вони не впали на конструкції, що можуть загорітись, та розташовані внизу площадки та обладнання.

У разі внутрішнього огляду елементів пилоприготувальної системи та бункерів дозволяється користуватися тільки вибухозахищеними світильниками, які живляться від мережі напругою 12 В або акумуляторними світильниками у вибухозахищеному виконанні.

Персонал під час ремонту обладнання систем пило приготування має бути одягнений у суконні костюми і обов'язково використовувати захисні окуляри та рукавиці.

Паливні бункери мають бути обладнані запобіжними огорожами для виключення можливого падіння людей. Люки для спускання людей у бункери замкнені на замки, ключі від яких зберігаються у начальника зміни цеху. Спуск людей для проштовхування палива забороняється. Якщо паливо застрягло, його проштовхують без спуску людей в бункери спеціальними піками або механізованим способом з над бункерної галереї.

Під час проведення робіт у бункері слід дотримуватись вимог відповідної інструкції. Є обов'язковим застосування рятувального пояса і рятувальної вірьовки. Спуск працівника в бункер дозволяється у разі присутності на бункері не менше 2-х працівників для спостереження і надання допомоги працюючому. У разі виконання робіт в бункері більшою кількістю працівників має бути не менше одного наглядача на кожного працюючого в бункері. Спущені у бункер драбини і рятувальні вірьовки запобіжних поясів працівників закріплюються за металеві дужки і кільця, які розташовані поблизу люків. Спуск людей в бункер дозволяється у разі виконання наступних заходів безпеки:

- подача палива в бункер припинена, а паливо, яке в ньому залишилось, повністю спрацьоване;
- шибери у вихідних отворів бункера перекриті; напруга з електроприводів вимкнена;
- на приводах апаратури подачі палива в бункер вивішені плакати «Не вмикати! Працюють люди», які можна зняти тільки за вказівкою начальника зміни після закриття наряду;
- бункер має бути провентильований повітрям з наступним аналізом на наявність в ньому окису вуглецю;
- керівник робіт має перевірити стан рятувальної вірьовки і пояса, надійність їх закріплення на працівникові та між собою, закріплення другого кінця рятувальної вірьовки до міцного елемента конструкції;
- якщо кришка люка без завіси, передбачити заходи по унеможливленню їх падіння в бункер;

– спустити в бункер металеву драбину з гаком у верхній частині і надійно закріпити її до міцної нерухомої конструкції.

Працювати в бункері палива необхідно у сукняному костюмі, брюках на випуск, чоботях, рукавицях, окулярах, у респіраторі та касці. Напоготові у працюючого в бункері і наглядачів мають бути шлангові протигази. Тривалість перебування працівника в бункері і тривалість відпочинку після виходу з нього визначає особа, яка видає наряд-допуск, або керівник робіт. Забороняється перебування працівника усередині бункера під час пробивання пробок в отворах виходу золи або руйнування склепіння. Їх обрушення здійснюється через бокові дверці або люки бункера. Якщо працівник випадково упав у бункер, негайно припинити подавання вугілля у бункер, перекрити відсічний шибер або вимкнути живлення і негайно розпочати порятунок працівника.

Під час спалювання вугілля, здатного до самозаймання (витік летких понад 30 %), необхідно контролювати (у разі необхідності) загазованість на окис вуглецю на бункерній галереї паливоподачі і у зоні бункерів. У разі перевищення ГДК необхідно вивести працівників з бункерної галереї у безпечне місце і вжити заходи щодо виявлення жевріючого палива або такого, що димить, і його ліквідації.

Перед спусканням у бункер *сирого вугілля* необхідно:

- припинити подавання палива у бункер, а паливо, що в ньому залишилось, спрацювати;
- перекрити вихідні отвори бункера, систему подавання пари і повітря на обвалювання палива в бункері, зняти напругу з електровібраторів;
- підняти плужки скидача палива і розібрати схему управління ними;
- перекрити живильник сирого вугілля і розібрати його електросхему;
- зупинити пило систему, перекрити систему подавання повітря до млина, зняти напругу з електроприводів механізмів пило системи, розібрати їх електросхеми, а на приводах механізмів подавання палива у бункер вивісити плакати «Не вмикати! Працюють люди».

Перед спусканням у бункер *пилу* необхідно:

- спрацювати паливо, перекрити пило системи, розібрати їх електросхеми; закрити шибери над пиложивильниками або розчепити напівмуфти;
- за наявності у бункері пилу жевріючих осередків необхідно заповнити його вуглекислотою, азотом або насиченою водяною парою тиском не більше 1,5 МПа (15 кгс/см<sup>2</sup>). Вуглекислоту, азот або пару подавати у верхню частину бункера розосереджено паралельно стелі бункера, щоб уникнути завихрення пилу. Системи підведення вуглекислоти і пари мають унеможливити попадання конденсату у бункер пилу у разі їх увімкнення;
- провентилувати бункер повітрям з наступним аналізом його на відсутність шкідливих речовин;
- відкрити люк у бункер і, якщо кришка люка без завіс, ужити заходів щодо запобігання падінню її в бункер;

– спустити у бункер металеву драбину з гаками у верхній частині або ланцюгову драбину, підвісити її до міцної нерухомої конструкції і надійно закріпити.

Під час проведення роботи у бункері необхідно періодично контролювати наявність окису вуглецю в ньому. У разі його виявлення вивести працівників з бункера, погасити осередки горіння, знову провентилювати бункер і повторним аналізом впевнитись у відсутності окису вуглецю у повітрі.

Під час роботи млинів потрібно постійно контролювати температуру газоповітряної суміші на виході із них, щоб не допустити підвищення її до значень, визначених інструкціями для даного палива.

Працювати всередині млинів та інших елементів пило систем дозволяється тільки після від'єднання їх від топки, повітропроводів та ліній пожежогасіння шиберами, заслінками, вентилями або засувками, очищення їх від пилю і проведення вентиляції. Безпосередньо перед спуском в середину млинів та інших елементів пило систем перевірити відсутність окису вуглецю та наявність достатньої кількості кисню (вміст кисню має бути понад 20 % від об'єму), вжити заходів по запобіганню помилкового ввімкнення млина і впевнитись в тому, що незакріплені броньовані плити або випадково затиснені у верхньому положенні сторонні предмети відсутні.

На котлах, обладнаних для спалювання природного газу, перед спусканням людей у млин, а також перед початком проведення вогневих робіт поблизу відкритих люків млинів перевіряється відсутність природного газу в зоні проведення робіт. У системах з прямим вдуванням і пиловим бункером та зупиненим млином між двома вимикальними заслінками гарячого повітря має бути відкритий атмосферний клапан. В зоні дії можливого викиду з вибухових клапанів працюючих пило систем місця проведення робіт обгороджуються щільними вогнезахисними щитами та навісами.

Відкривати люки і лази на зупиненому млині слід за температури повітря поза ним менше 50 °С. Відкриваються вони поступово і обережно, стоячи збоку від люка. Виявлені осередки горіння гасять розпиленою водою, а паливо видаляють. Наносити удари по елементах пилосистем, пилопроводів і повітропроводів заборонено.

Працівник, який виконує первинний огляд броні барабана млина, повинен перебувати біля горловини млина. Доступ у барабан млина для огляду броні дозволяється тільки за відсутності небезпеки обвалювання перших рядів. Ряди броні оглядаються поступово після переконання у відсутності небезпеки їх обвалювання. У разі виявлення ненадійного закріплення плит огляд припиняється, броня обвалюється.

Під час сортування і розвантажування куль з барабана млина за допомогою пристроїв, що розташовані на корпусі барабана, працівникам дозволяється перебувати у радіусі не менше 10 м від місця розвантаження куль. Працівники, що виконують цю роботу та роботи по заміні броні, повинні користуватися валянками та черевиками з металевими носами. Перед заміною броньованих плит у млині обов'язково видаляються кулі з барабана.



Під час демонтажу вуглеподавального патрубку отвір, з якого висипається вугілля, закривається знизу металевою заглушкою завтовшки від 2 до 3 мм.

**Висновки.** Проведений аналіз дозволив розглянути і проаналізувати правила безпеки під час експлуатації складів твердого палива. Відзначено, що для виключення можливого обвалювання, або сповзання палива під час штабелювання і особливо відвантажування, слід уникати утворення крутих схилів.

Наведено правила безпеки під час розвантажування твердого палива. Відзначено, що тверде паливо надходить, як правило, в залізничних саморозвантажних вагонах і які вимоги безпеки праці при цьому необхідно виконувати.

Проаналізовані правила безпеки під час експлуатації пилоприготувальних установок. Розглянуті основні дії персоналу щодо вогневих робіт на виведеній з роботи пилоприготувальній установці.

Визначені заходи безпеки щодо проведення робіт у бункері, зазначено необхідність суворого дотримання вимог відповідної інструкції з правил безпеки.

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. 3-тє, переробл. й доповн. – К.: Талком, 2022. 589 с. ISBN 978-617-8016-56-2.

2. Гавриш С. А. Охорона праці в галузі телекомунікацій: підруч. / С. А. Гавриш, А. С. Гавриш. – Вид. 4-тє, переробл. й доповн. – К.: Талком, 2023. 553 с. ISBN 978-617-8016-74-6.

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.