

ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПАРОТУРБІННИХ УСТАНОВОК

Гавриш С. А., к.т.н., доц, (каф. ОППЦБ, КПІ ім. Ігоря Сікорського);

Гавриш А. С., к.т.н., доц. (каф. ТПТ, ТЕФ КПІ ім. Ігоря Сікорського);

Олійник Б. В., студ. (гр. ТП-91мн, ТЕФ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. Розглянуто правила безпеки під час експлуатації паротурбінних установок. Проаналізована можливість виконання профілактичних заходів. Приділена увага роботам із ротором, кришкою циліндра, конденсатором, газо- та мастилопроводами, системою регулювання, тощо.

Ключові слова: правила безпеки, охорона праці, теплообмін, експлуатація, паротурбінна установка.

Abstract. The safety rule questions for steam engine turbine exploitation were considered. The possibility of prophylactic preventive arrangements was analyzed. The modern casing plate apparatus have some advantages in comparison with another one. Some attention for works with rotor, cylinder cover, condenser, gas- and oil nets, regulation system, at all were given.

Keywords: safety rules, labor guard, heat exchange, exploitation, steam engine turbine.

Вступ. Одним із базових елементів теплових електричних станцій є саме паротурбінні установки (ПТУ). Від безпечної роботи такого складного обладнання залежить надійність устаткування в цілому. Крім того, парові турбіни знайшли своє широке застосування і на транспорті. Їх використовують також для потужних повітродувних машин, тощо. Питання безпеки експлуатації паротурбінних установок були, є і будуть актуальними завжди.

Аналіз стану питання. Під час експлуатації паротурбінних установок з метою підвищення їх безпечності виконуються профілактичні заходи. Вони можуть бути пов'язані з зупинкою і ремонтом турбіни; необхідністю від'єднання її від діючого обладнання і загально цехових трубопроводів; з розкриванням, підніманням і закриванням кришки циліндра турбіни та підшипників турбіни; підніманням циліндра турбіни; демонтажем дефектних лопаток; шабруванням нижнього фланця турбіни; закриттям отворів паропроводів і дренажів, отворів горловини конденсатора; випробуванням автоматів безпеки та ін. [1-3].

Мета роботи: розглянути правила безпеки під час експлуатації паротурбінних установок. Передбачити безпеку роботи безпосередньо на корпусі генератора, трубопроводах і апаратах газомасильної системи, роторі, лопатях, тощо. Проаналізувати особливості розкриття кришки турбіни, роботу з фланцевими з'єднаннями при розніманні циліндрів турбін, та ін.

Методики, матеріали і результати досліджень. Залежно від обставин, що спричинили або могли спричинити небезпеку під час подальшої роботи, або відповідно до графіка проведення планово-попереджувальних робіт

паротурбінна установка може бути зупинена. Зупинена у ремонт турбіна від'єднується від діючого обладнання і загально цехових трубопроводів пари, води, мастила. Усі отвори паропроводів і дренажів, що приєднуються до циліндра турбіни, після їх розкривання необхідно зразу закрити дерев'яними пробками або кришками, а отвори горловини конденсатора закласти міцними дерев'яними щитами.

Ділянку трубопроводу, що підлягає ремонту, необхідно перекрити як з боку суміжних трубопроводів, так і з боку дренажних і обвідних ліній, щоб уникнути попадання в них пари. Дренажні лінії і повітряні клапани, що сполучаються безпосередньо з атмосферою, повинні бути відкриті. Виводити з роботи ділянку трубопроводу, що від'єднується від діючого обладнання, необхідно двома послідовно установленими засувками, між ними повинен бути дренажний пристрій, що сполучається безпосередньо з атмосферою. У разі проведення робіт в середині трубопроводу і якщо арматура трубопроводу, що виводиться з дії, фланцева, необхідно обов'язково перекрити арматуру і встановити заглушку відповідно до параметрів робочого середовища.

Справність запобіжних клапанів, манометрів та іншої арматури повинні перевіряти працівники, що їх обслуговують, відповідно до інструкції обслуговування.

Важкі деталі (ротор, кришка циліндра), що знімаються з турбіни, укладаються на козли і підкладки, щоб не допустити їх зісковзування згідно з планом розміщення деталей. Не дозволяється використовувати для підкладок шпали, оброблені антисептиками. Дозволяється перекантовувати кришки циліндра тільки під безпосереднім керівництвом керівника робіт. Перед кантуванням необхідно переконатись у відсутності на кришці незакріплених деталей (гайок, болтів, заглушок). Працівникам, які не виконують ці роботи, заборонено ходити між ними та переходити їх в недозволенних місцях.

Відгвинчувати болти і затягувати гайки фланцевих з'єднань рознімань циліндрів турбін необхідно за інструкцією заводу-виробника турбіни.

Під час розкриття кришки турбіни необхідно:

- користуватися наявними пристосуваннями (наприклад, балансиром);
- відкривати верхню половину циліндра (кришки) від нижньої за допомогою відтискних болтів;
- переконатись, що кришка перед підніманням надійно застроплена;
- піднімати кришку за командою відповідального працівника після ретельного вивіряння і за умови установлених напрямних болтів (свічок);
- перевіряти під час піднімання кришки рівномірність переміщення її відносно фланця рознімання нижньої половини циліндра.

Під час перевірки рівномірності переміщення кришки та її піднімання класти руки на фланець розніму під кришку, що піднімається, заборонено. У разі виявлення під час піднімання кришки перекошування або заїдання кришку слід опустити і знову вивірити кріплення її до гака підтягуванням або послаблюванням тросів. Довжину тросів регулювати гайками або талрепами підйимального пристосування. Необхідно стежити, щоб разом з кришкою не

піднімались ущільнювальні обойми, якщо вони за конструкцією не кріпляться до кришки турбіни і не виключена можливість їх падіння від поштовхів під час подальшого піднімання. Якщо за незначної висоти піднімання кришки обойми не можуть бути вибиті ударами свинцевої кувалди по кришці, її подальше піднімання можливе тільки за умови виставлення кришки на підкладки і надійного закріплення обойми за кришку.

Якщо діафрагма турбіни конструктивно кріпиться до кришки циліндра і за незначної висоти піднімання кришки виявлено, що шурупи кріплення верхньої половини діафрагми обірвані, подальше піднімання кришки припиняється. У цьому разі її слід підняти тільки на висоту, що необхідна для кріплення діафрагми, і установити на викладку. Після укріплення діафрагми можна продовжити піднімання і подальше транспортування кришки. Виконувати будь-які роботи під піднятою кришкою циліндра або діафрагмою заборонено.

Шабрувати нижній фланець циліндра турбіни дозволяється за умови, що кришка циліндра відведена у безпечне місце або виставлена на підкладки.

Під час розкривання і закривання підшипників необхідно дотримуватися таких заходів безпеки: кришки і вкладиші слід стропувати за повністю (до відмови) угвинчені римболти, що щільно прилягають до поверхні кришки; у разі викочування нижнього вкладиша підшипника під час центрування по напівмуфтах для піднімання ротора на невелику висоту потрібно використовувати скобу, яка установлена на розніму підшипника. Вивертати вкладиш слід за допомогою лома і римболтів. Братись за краї вкладиша заборонено. Протирати розточку корпусу дозволяється тільки після застосування заходів щодо унеможливлення зісковзування вкладиша. Не дозволяється міняти прокладки під вкладишем опорного підшипника без належного закріплення вкладиша.

Перед початком перезаливання вкладишів підшипників бабітом необхідно просушити форми. Перезаливання виконується у захисних окулярах, прогумованому фартусі і рукавицях. Потрібно дотримуватись вимог безпеки під час знежирювання вкладишів каустичною содою і травлення їх кислотою.

Виймати і установлювати ротор турбіни необхідно спеціальними пристроями. Перед початком піднімання напівмуфти сусідніх роторів слід розсунути настільки, щоб виступ однієї половини вийшов із заточки другої. Положення ротора після натягування краном тросів під час його піднімання повинно бути горизонтальним, що визначається на початку піднімання ротора за одночасністю відкриванням шийок ротора від вкладишів, а після піднімання на незначну висоту – за рівнеміром, установленим на одну із шийок вала. За наявності перекосів, заїдань і зачіпань піднімання ротора негайно припиняється.

Під час демонтажу дефектних лопаток турбіни із застосуванням електрозварювання ротор необхідно заземлити. Не допускається демонтувати лопатки з допомогою вантажопідіймального крана.

Для прогрівання кріпильних деталей циліндра турбіни можуть використовуватися ежекційні нагрівачі з багатополуменим пальником, для прогрівання шпильок циліндра – повітряні нагрівачі, для нагрівання кріпильних нарізевих з'єднань – електронагрівачі. Працівники, які виконують ці роботи, повинні користуватися засобами захисту.

Так, до роботи з електронагрівачами допускаються працівники, які мають групу з електробезпеки не нижче II. Вони повинні виконувати роботи в гумових діелектричних рукавицях. Сам електронагрівач – заземлений. Опір ізоляції між корпусом нагрівача і струмовідними частинами повинен бути більше 2 МОм. Під час роботи з ежекційним нагрівачем стояти напроти полум'я, працювати у засмальцьованому одязі і засмалених рукавицях заборонено. Перед початком проведення робіт із застосуванням ежекційного нагрівача усі роботи на проточній частині турбіни припиняються, а працівники виводяться у безпечне місце. Особи, які виконують роботи з повітряними нагрівачами, повинні бути в рукавицях і захисних окулярах. Не дозволяється прогрівати шпильки полум'ям газового паяльника.

Зовнішні мастилопроводи, розміщені в зоні гарячих поверхонь, обладнуються спеціальними щільними захисними коробами з листової сталі. Нижня частина коробів повинна мати схил для стікання мастила у збірний трубопровід незалежно від колектора аварійного зливання і поєднаний з ємністю аварійного зливання мастила. Під час проведення капітальних ремонтів коробки потрібно перевіряти на щільність заповненням їх водою.

Під час проведення ремонтних робіт на мастило системі необхідно:

- вогневі роботи виконувати за нарядом-допуском, який узгоджується з головним інженером підприємства, а заходи пожежної безпеки – з посадовою особою, яка відповідає за пожежну безпеку підприємства. Оформлений наряд є одночасно дозволом на проведення вогневих робіт;

- ділянки мастилопроводів, на яких під час проведення ремонту здійснено пере зварювання зварювальних стиків фланцевих з'єднань, штуцерів, відводів тощо, піддавати гідравлічному випробуванню;

- негайно прибирати розлите масло;

- хімічне очищення мастило системи проводити за програмою, затвердженою керівником підприємства. Відповідальним за підготовку системи, організацією проведення хімічного очищення і безпечні умови праці працівників, які виконують ці роботи, є начальник цеху, у віддані якого перебуває система. Перебування у небезпечній зоні працівників, які не беруть участі у промиванні, не дозволяється;

- пропарювання труби мастило системи і мастило охолоджувача насиченою парою тиском до 0,6 МПа (6 кгс/см²) на спеціально обладнаній площадці; вентиль подавання пари встановлюється біля робочого місця. Не дозволяється використовувати для підведення пари гумові шланги.

Роботи всередині баків з мастилом виконуються тільки за нарядом-допуском після повного очищення баків від мастила і шламу, пропарювання та вентиляції з дотриманням вимог безпеки. Спускатись працівникам в середину

баків без шлангового або кисне ізолювального протигазу, рятувального пояса, рятувальної вірвовки для огляду і очищення їх внутрішніх поверхонь від мастила і шлаків заборонено.

Проводити вогневі роботи безпосередньо на корпусі генератора, трубопроводах і апаратах газомасильної системи, що заповнені воднем, заборонено. Біля генератора та пристроїв газомасильної системи вивішуються застережні знаки безпеки «Обережно! Небезпека вибуху».

Під час проведення випробувань автомата безпеки забороняється перебувати на площадці обслуговування турбіни особам, які не беруть участі у проведенні випробувань. Перевірку автомата безпеки збільшенням числа оборотів ротора турбіни проводиться за програмою, затвердженою головним інженером електростанції. Перед початком випробувань проводиться інструктаж працівників, які беруть участь у випробуваннях, з записом у журналі інструктажів. Керує випробуваннями безпосередньо начальник цеху або його заступник, який повинен слідкувати за частотою обертання ротора турбіни за тахометром. Решту працівників, які беруть участь у проведенні випробувань, потрібно розставити так, щоб у потрібний момент можна було швидко вимкнути агрегат. Перед початком випробувань перевіряють автомат безпеки ручним вимиканням за номінальної частоти обертання ротора, а також перевіряють посадку стопорних і регулювальних клапанів. У разі їх незадовільної посадки перевіряти роботу автомата безпеки збільшенням числа обертання ротора турбіни заборонено.

Перевірку автомата безпеки за наявності у головної парової засувки байпаса проводять за умови закритої засувки через байпас. Якщо під час перевірки автомата безпеки частота обертання ротора турбіни зростає до рівня спрацювання автомата безпеки, а автомат не спрацював, турбіну негайно зупиняють ручним вимикачем. Якщо не спрацював і ручний вимикач, турбіну зупиняють швидким закриванням регулювальних клапанів і головної парової засувки (байпаса). Повторне випробування автомата безпеки збільшенням частоти обертання ротора дозволяється тільки після виявлення і усунення несправностей.

Проводити роботи, пов'язані із заміною і ремонтом арматури на газо- та мастилопроводах і з розбиранням деталей регулювання (за винятком заміни манометрів), дозволяється тільки на непрацюючих турбіні чи мастило насосі.

Для проведення робіт в середині конденсатора потрібно перекрити напірну і зливну лінії циркуляційної води, відкрити атмосферний клапан і люки для неперервної вентиляції конденсатора. Роботи повинні проводитись з дотриманням заходів безпеки.

Під час розбирання пристроїв регулювання і захисту слід дотримуватися таких заходів безпеки:

- у разі розбирання автоматичного стопорного клапана потрібно відгвинтити два діаметрально протилежних болти на розніму колонки, установити замість них дві подовжені шпильки з нарізкою по всій довжині і

тільки після цього розпочинати відгвинчування решти болтів, обережно розпускаючи пружину довгими шпильками з нарізкою;

- вийняти дросельний клапан після стропування його за нагвинчену до краю з'єднувальну напівмуфту;

- послаблювати пружину відцентрованого регулятора під час його розбирання слід рівномірно з обох боків.

Під час посадки деталей турбіни з натягом способом глибокого охолодження потрібно працювати в рукавицях з застосуванням спеціальних пристосувань. У разі використання рідкого азоту для охолодження деталей можливе утворення вибухонебезпечної суміші – рідкої азотно-кисневої суміші із вмістом кисню понад 30%. Щоб уникнути її утворення, потрібно попередньо ретельно очистити деталі, що охолоджуються, і ванну від мастил і жирових забруднень, а в процесі охолодження здійснювати контроль підвищення концентрації кисню в азоті.

Перед початком прокручування ротора турбіни вручну (під час центрування) необхідно перевірити відсутність на ньому незакріплених деталей, стати ногами на горизонтальний рознім турбіни або на площадку, установлену на рівні горизонтального розніму. Прокручувати ротор вручну потрібно за командою виконавця робіт або призначеного ним працівника зі складу бригади. Перед початком прокручування ротора краном ремонтні роботи на проточній частині турбіни припиняються, а працівників виводять у безпечне місце. Стояти біля натягувального троса під час прокручування ротора краном заборонено. Намотувати трос слід рівномірно, без набігання, уникаючи його защемлення.

Під час балансування ротора на станку використовувати пасову передачу заборонено. Ротор двигуна повинен бути з'єднаний з ротором, що балансується, через рухому муфту, яка легко розчіплюється на ходу. Місце балансування потрібно огородити, а працівників вивести із зони обертання ротора. Проти місць кріплення пробних вантажів, які використовуються під час балансування ротора, установлюються захисні щити.

Спеціальні знімні вантажозахватні пристосування для піднімання кришок циліндрів і роторів турбін перед початком проведення робіт оглядаються. У разі ремонту цих пристосувань на них зазначається дата закінчення ремонту.

Під час пуску, зупинки та роботи паротурбінних установок забороняється перебування працівників поблизу люків, лазів, фланцевих з'єднань і арматури за винятком персоналу, який здійснює пуск, зупинку та обслуговування агрегату.

Висновки. Для безпечної експлуатації і виконання регламентних робіт із паротурбінними установками необхідне виконання ряду заходів. У зв'язку з цим було виконано наступне:

- розглянуто можливість виконання профілактичних заходів під час експлуатації паротурбінних установок з метою підвищення їх безпечності, а також порядок виконання робіт на діючому тепломеханічному обладнанні;

- передбачено можливість проведення робіт в середині конденсатора;

- проаналізовано можливість робіт, пов'язаних із заміною і ремонтом арматури на газо- та мастилопроводах і з розбиранням деталей системи регулювання, проведення випробувань автомата безпеки;
- передбачено заходи щодо роботи із важкими деталями (ротором, кришкою циліндра), які знімаються з турбіни;
- проаналізовано заходи безпеки під час розкривання і закриття підшипників, можливість робіт, пов'язаних із фланцевими з'єднаннями;
- приділено увагу роботам, пов'язані із заміною і ремонтом арматури на газо- та мастилопроводах.

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.