

Mgr inż. Mirosław Matusik

Turbozespoły małej mocy jako jednostki podstawowe w elektrociepłowniach przemysłowych

W ostatnich latach obserwuje się coraz większe zainteresowanie elektrociepłowni przyzakładowych zabudową turbozespołów małej i średniej mocy. Przeprowadzone badania rynkowe wykazują, że odbiorcy pary z małych i średnich elektrociepłowni dokonali z reguły restrukturyzacji swojej produkcji, w rezultacie czego:

- zmniejszyło się zapotrzebowanie na parę technologiczną i grzewczą, zwłaszcza w okresie letnim,
- utrzymuje się na ogół na stałym poziomie, w skali roku, zapotrzebowanie na energię elektryczną,
- posiadane turbozespoły są przewymiarowane do pracy ze zmniejszoną, w okresie letnim, liczbą pracujących kotłów (z reguły pracuje wtedy jeden kocioł).

W efekcie w elektrociepłowniach przemysłowych istnieje nadmiar produkowanej pary, a jednocześnie w okresie wiosenno-letnim średnie zapotrzebowanie na produkowaną energię elektryczną jest większe niż możliwości jej generowania przy istniejących wówczas potrzebach cieplnych. W zimie natomiast zapotrzebowanie na ogół zrównuje się z możliwościami produkcyjnymi zainstalowanych turbozespołów. Pojawia się zatem ekonomicznie uzasadniona potrzeba zabudowy dodatkowego turbozespołu, pozwalającego na pracę elektrociepłowni przez pełny rok. Wyprodukowaną dodatkowo energię elektryczną konsumuje obsługiwany przez elektrociepłownię zakład przemysłowy lub przedsiębiorstwo energetyczne.

Innym, również częstym zjawiskiem w omawianych elektrociepłowniach, jest eksploatacja posiadanych turbozespołów przy obciążeniu znacznie mniejszym od nominalnego, nawet przez większą część roku, co niekorzystnie wpływa na ich żywotność i sprawność. Elektrociepłownie w takich sytuacjach ratują się uruchamianiem nieekonomicznych stacji redukcyjno-schładzających, co w drastyczny sposób obniża ich bilans energetyczny. W takich przypadkach, wskazane jest zainstalowanie drugiego turbozespołu, którego parametry nominalne będą dopasowane do potrzeb technologii przedsiębiorstwa, z którym elektrociepłownia współpracuje.

Wreszcie na zabudowę turbozespołu małej mocy coraz częściej decydują się ciepłownie z kotłami opalonymi węglem. Ciepłownie takie posiadając starszego typu, mało elastyczne kotły ze stacjami redukcyjnymi, coraz częściej stają przed widmem likwidacji, ponieważ z łatwością mogą je zastąpić alternatywne, bardziej ekonomiczne i elastyczne kotłownie, dodatkowo opalane paliwami ekologicznymi, odpadami komunalnymi i przemysłowymi. Najlepszym rozwiązaniem dla takich ciepłowni staje się zastosowanie skojarzonego układu produkcji energii elektrycznej i ciepłej poprzez, zabudowę turbozespołu upustowo-kondensacyjnego małej mocy.

Oprócz przedstawionych wyżej aspektów przemawiających za zabudową turbozespołów małej mocy, istnieją jeszcze inne powody, do których m.in. możemy zaliczyć:

- posiadanie znacznych ilości paliw ekologicznych,
- posiadanie znacznej ilości odpadów, które mogą lub powinny być poddane utylizacji poprzez spalanie,
- spadek liczby odbiorców ciepła, przy ciągle jeszcze sprawnych nie wyeksploatowanych wytwornicach pary,
- wzrost zapotrzebowania na parę technologiczną,
- ograniczenia przesyłu sieci elektroenergetycznych, przy jednoczesnym wzroście zapotrzebowania na energię elektryczną,
- zabezpieczenie ciągłości dostaw energii, w przypadku awarii posiadanego turbozespołu.

Aspekty techniczne i prawne związane z zabudową turbozespołu

We wszystkich wymienionych przypadkach ważny jest właściwy dobór i precyzyjne dopasowanie turbozespołu wraz z urządzeniami i instalacjami pomocniczymi. ZRE Katowice SA dysponuje informacjami o dostępnych na rynku używanych turbozespołach, a także posiada wiedzę na temat ich faktycznego stanu technicznego. Wykorzystując wieloletnie doświadczenia remontowo-inwestycyjne zapewnia kompleksową obsługę inwestycji, na którą składają się:

- analiza techniczno-ekonomiczna przedsięwzięcia,
- optymalny dobór turbozespołu do faktycznych potrzeb;
- opracowanie projektu;
- roboty budowlane (łącznie z przebudową maszynowni);
- wykonanie części technologicznej (ciepłno-maszynowej), w tym dostawę i montaż turbozespołu oraz urządzeń i instalacji pomocniczych;
- wykonanie instalacji elektrycznych począwszy od instalacji wprowadzenia mocy, a kończąc na wpięciach do zewnętrznych sieci elektroenergetycznych,
- dostawa i montaż aparatury obiektowej AKPiA,
- uruchomienie, ruch próbny i przekazanie obiektu do eksploatacji.

Każde przedsięwzięcie, do którego zaliczyć można produkcję energii elektrycznej i ciepła, powinno zaspokajać oczekiwania i życzenia klientów, spełniając równocześnie wymagania prawne związane z bhp i ochroną środowiska. Sytuacja taka obciąża właścicieli – eksploatowanych od wielu lat – turbozespołów, do konkretnych działań polegających na zapewnieniu:

- płynnego i kontrolowanego rozruchu, oraz stabilnej i bezpiecznej eksploatacji turbozespołu,
- stabilnych parametrów pary upustowej lub przeciwprężnej,

- stabilnych, zgodnych z wymaganiami sieci, obrotów turbozespołu,
- minimalizacji strat ciepłych,
- maksymalizacji sprawności wszystkich układów technologicznych,
- minimalizacji odstawiń planowych i awaryjnych.

Aby pomóc klientom w osiągnięciu wymienionych celów, w realizowanych ostatnio projektach, związanych z zabudową turbozespołów małej mocy, przeprowadzono następujące modernizacje i usprawnienia:

- wymianę i modernizację układów wyprowadzenia mocy,
- wymianę układu wzbudzenia na statyczny,
- modernizację układów synchronizacji,
- modernizację układów zabezpieczeń generatora i instalacji przynależnych,
- modernizację układów regulacji,
- modernizację instalacji odwodnień i odsysań,
- modernizację instalacji olejowych (pompy, filtry, układy zabezpieczeń, rurociągi, itp.),
- zmianę technologii izolacji,
- zastosowanie nowoczesnych metod pomiarowo-diagnostycznych pozwalających na wcześniejsze wykrywanie zagrożeń,
- zmianę sposobu posadowienia turbogeneratora,
- wiele innych drobnych usprawnień i modernizacji, pozwalających sprawniej i bezpieczniej eksploatować turbozespoły, a w przyszłości łatwiej wykonywać ich remonty.

Spełnienie przepisów prawnych związanych z bhp, ochroną środowiska, prawem budowlanym, dyrektywami UE, podczas realizacji omawianego typu inwestycji, wymagało uwzględnienia m.in. na etapie:

- projektowania i budowy budynku hali, fundamentów turbozespołów i posadowienia niektórych urządzeń pomocniczych,
- projektowania i budowy lub dostosowania pomieszczeń obsługi, oraz pomieszczeń urządzeń i instalacji elektrycznych i technologicznych,
- projektowania i montażu uzupełniających instalacji budowlanych jak: kanalizacja, wentylacja, oświetlenie, ogrzewanie,
- projektowania i montażu instalacji gaśniczych przynależnych turbozespołowi, a także budynkowi, w którym turbozespół jest zabudowany,
- projektowania i montażu instalacji olejowych,
- wyboru sposobu zabezpieczenia pracowników obsługi turbozespołu przed działaniem hałasu i temperatury.

Jak widać z powyższego opisu, zabudowa małego turbozespołu niewiele się różni, pod względem formalnym, jak i technicznym, od zabudowy dużej jednostki energetycznej.

Dobór turbozespołu

Najważniejszym elementem inwestycji związanej z zabudową turbozespołu jest właściwy jego dobór. Koszt nowego turbogeneratora, w sposób znaczący może być przyczyną uniemożliwiająca realizację inwestycji. W przypadku takim godną rozważenia jest propozycja zabudowy turbozespołu z odzysku.

Turbozespół najczęściej pochodzi z likwidowanego bądź przekształcanego przedsiębiorstwa (rys. 1 i 2).



Rys. 1 i 2. Demontaż turbozespołu 12 MW z likwidowanej elektrociepłowni na terenie Niemiec

Zdarza się jednak, iż dokładny dobór turbozespołu z odzysku jest niemożliwy. W przypadku takim ZRE Katowice SA, współpracując z uznanymi firmami i instytucjami w dziedzinie maszyn przepływowych, stara się przedstawić alternatywne propozycje związane z dopasowaniem turbozespołu o zbliżonych parametrach nominalnych.

Dopasowanie polega m.in. na:

- przeliczeniu parametrów fabrycznych turbozespołu, na możliwe do osiągnięcia przy zmienionych parametrach pary dolotowej lub wylotowej,
- wymianie lub zmianie wieńców łopatkowych niektórych stopni układu przepływowego,
- zmianie miejsca poboru pary technologicznej w celu jej właściwego dopasowania do potrzeb technologii,
- zmianie sposobu posadowienia turbozespołu, z uwagi na potrzebę dostosowania go do istniejącego fundamentu.

Układ regulacji i instalacje elektroenergetyczne

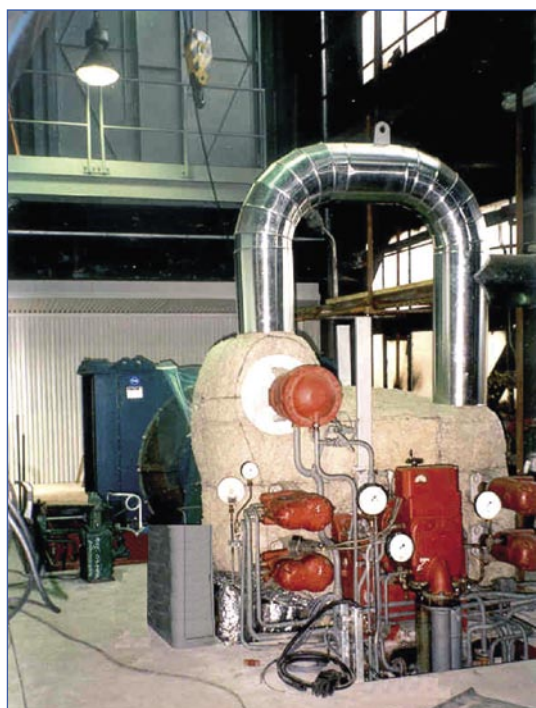
Bardzo ważnym elementem każdego turbozespołu jest jego układ regulacji. W starszego typu turbozespołach regulacja mechaniczno-hydrauliczna nadaje się zazwyczaj do gruntownego remontu.

Z drugiej strony układy regulacji tego typu nie spełniają wymagań związanych z zachowaniem stałych, ostrych parametrów technologii i sieci elektroenergetycznych.

W takich przypadkach regulację starego typu wymienia się na elektrohydrauliczną, co pozwala uzyskać:

- dużą zgodność parametrów pracy turbozespołu z parametrami nastawionymi,
- likwidację niestabilności układu regulacji, co wpływa na minimalizację zużycia pozostałych mechanicznych części układu regulacji (zawory, serwowotory, dźwignie, sprzęgła itp.),
- precyzyjne synchronizowanie turbozespołu, co ma bardzo poważne znaczenie przy turbozespołach z przekładniami,
- płynne przechodzenie pomiędzy, parametrami wymuszającymi rodzaj pracy turbozespołu,
- znaczne uproszczenie układów itp.

Montowane przez *ZRE Katowice SA* układy nowoczesnej regulacji, oparte na bazie sterowników i elementów wykonawczych uznanych światowych firm, jak: *Woodward, ABB, Siemens, Voith* całkowicie spełniają wyżej wymienione kryteria (rys. 3 i 4).



Rys. 3 i 4. Turbozespół 1,5 MW i turbozespół 3 MW z zamontowanymi zmodernizowanymi układami regulacji

W obecnej chwili dla zwiększenia konkurencyjności oferty proponuje się własne, tańsze rozwiązanie, które będzie w stanie sprostać wymaganiom stawianym układom regulacji turbin parowych.

W szczególnych przypadkach, gdy budżet przeznaczony na zabudowę turbozespołu jest niewielki, można przeprowadzić modernizację istniejącego układu regulacji w sposób, który umożliwi bezpieczną eksploatację turbozespołu.

Przykłady ostatnio zrealizowanych inwestycji pokazują, że wiele podstawowych elementów w przenoszonych turbozespołach wymaga modernizacji lub wymiany. Do tej grupy należą przede wszystkim instalacje powiązane z generatorem. Wynika to nie tyle z powodu wyeksploatowania tych urządzeń, lecz ze znacznego postępu w tej branży oraz z uwarunkowań związanych z przepisami. Równie często dochodzi do sytuacji, w której należy powiązać instalacje i urządzenia elektroenergetyczne turbozespołu starszego typu z rozwiązaniami nowej generacji.

Lokalizacja turbozespołu

Częstym problemem pojawiającym się na etapie analizy możliwości zabudowy turbozespołu jest jego lokalizacja. Zazwyczaj jest to istniejąca maszynownia, jednakże nie zawsze jest dość miejsca na zabudowę nowego turbozespołu z jego urządzeniami i instalacjami. W takim przypadku proponuje się wykonanie nowego obiektu (rys. 5).



Rys. 5. Nowy budynek maszynowni dla turbozespołu 1,5 MW

Przy projektowaniu budynków dla nowych jednostek energetycznych ważna jest odpowiednia wytrzymałość konstrukcji nośnej, na której zazwyczaj oparte jest torowisko suwnicy obsługującej cały turbozespół. W zrealizowanych przez *ZRE Katowice SA* omawianego typu inwestycjach zdarzało się wykonywać fundamenty hal i turbozespołów na bardzo grząskich, podmokłych gruntach, gdzie bezpieczeństwo i jakość pracy urządzeń wymaga specjalistycznych i pewnych rozwiązań w dziedzinie fundamentowania.

Ważnym elementem doświadczeń, zdobytych przez ZRE Katowice SA na inwestycjach z turbozespołami małej mocy, jest także umiejętność doboru, budowa lub przebudowa fundamentów.

Niewielkie gabaryty turbozespołów małej mocy pozwalają na odstępianie od dotychczasowych fundamentów całobetonowych na rzecz:

- fundamentów stalowych z betonową płytą górną,
- fundamentów całostalowych,
- fundamentów z górnymi płytami na wibroamortyzatorach (rys. 6).



Rys. 6. Stalowa konstrukcja nośna fundamentu z ramą turbozespołu na wibroamortyzatorach

Wymienione wyżej rozwiązania fundamentów, ze względu na swą ażurową i stosunkowo lekką konstrukcję, która daje możliwość prefabrykacji, powoduje dodatkowo:

- zmniejszenie gabarytów fundamentu,
- skrócenie cyklu inwestycyjnego,
- zmniejszenie kosztów inwestycji.

Zdarza się również, iż przy wykonywaniu fundamentu dla nowego turbozespołu wykorzystuje się już istniejący fundamenty w całości lub w części, głównie w celu obniżenia kosztów.

Również tutaj można zaproponować kilka ewentualnych wariantów rozwiązań, np.:

- wykorzystanie istniejącej dolnej płyty fundamentowej do posadowienia słupów fundamentowych,

- wykorzystanie istniejących słupów do nadbudowy nowej płyty górnej,
- wykorzystanie części płyty górnej i dwóch słupów do wymiany części płyty górnej.

Wszystkie wymienione powyżej aspekty realizacji zabudowy turbozespołów małej mocy były i nadal są poddawane ciągłej weryfikacji.

Na rysunku 7 przedstawiona jest turbina 5 MW w elektrociepłowni w trakcie montażu na nowych fundamentach betonowych.



Rys. 7. Turbozespół upustowo-kondensacyjny o mocy 5 MW w trakcie montażu

Podsumowanie

Tylko szczegółowa weryfikacja stanu technicznego starego turbozespołu wraz z urządzeniami pomocniczymi, znajomość problematyki zabudowy i modernizacji tak, by spełnić oczekiwania klienta – umożliwiają właściwą ocenę kosztów inwestycji małego, używanego turbozespołu.

Przedstawione w artykule aspekty inwestycji związanej z zabudową turbozespołów małej mocy wskazują na konieczność zatrudnienia do realizacji tego typu przedsięwzięcia firm o ugruntowanych i potwierdzonych umiejętnościach, które gwarantowałyby sprawne, kompleksowe przeprowadzenie inwestycji, w systemie „pod klucz”.

