

Cel badań Celem projektu jest określenie struktur i parametrów pracy układów energetycznych opartych na nadkrytycznym obiegu CO₂. Główną ideą projektu jest zastosowanie czynnika niskowrzącego do generacji energii elektrycznej i porównanie go z klasyczną siłownią cieplną na parę wodną. Dodatkowo cały układ może być wyposażony w magazyn dwutlenku węgla, pozwalający na regulację obciążenia poprzez zmianę ilości czynnika roboczego w układzie—pozwalając na produkcję energii elektrycznej z maksymalną sprawnością także przy zmniejszeniu obciążenia, co może mieć istotne znaczenie przy pracy regulacyjnej układu.

Celem projektu jest także zweryfikowanie powszechnej opinii, iż układy oparte o obieg nadkrytyczny CO₂ charakteryzują się wyższą sprawnością od obiegu Rankina (dla tych samych temperatur górnego i dolnego źródła ciepła).

Metoda badawcza Zostaną zbudowane modele układów energetycznych bazujące na konfiguracjach opartych o badania literaturowe tematu. Układy te zostaną następnie zoptymalizowane i porównane z analogicznymi układami opartymi o obiegi Rankine'a. Przewiduje się tutaj opracowanie własnych konfiguracji układów, np. w celu optymalizacji innych niż sprawność parametrów (moc graniczna, koszty inwestycyjne, ilość „zagospodarowanego” CO₂, sprawność przy częściowych obciążeniach).

Projekt przewiduje realizację kilku komplementarnych zadań w zakresie badań układów opartych o nadkrytyczny obieg CO₂:

1. Analiza wariantowa układów opartych o nadkrytyczny obieg CO₂
2. Wybór wariantów do szczegółowych analiz
3. Budowa modeli elementów i ich testowanie (dobór modelu czynnika roboczego; model turbiny na CO₂; model pompy na ciekły CO₂; model sprężarki CO₂; model wymiennika ciepła; model zasobnika CO₂)
4. Przeprowadzenie symulacji i doboru racjonalnych parametrów wybranych układów
5. Analiza wyników i ocena perspektyw potencjalnych zastosowań

Projekt zostanie zrealizowany w oparciu o modelowanie matematyczne i symulację cyfrową. Do tego celu zostaną wykorzystane zarówno komercyjne programy (HYSYS, AspenPlus, GateCycle) do których autorzy projektu mają dostęp i umiejętność obsługi jak również własne kody stworzone na potrzeby realizacji projektu.

Realizacja projektu wymaga organizacji zespołu posiadającego dorobek i doświadczenie tak w zakresie studiów i badań złożonych układów energetycznych, w tym z nietypowymi elementami układów, jak i w zakresie modelowania i symulacji układów i ich elementów. Możliwości takie istnieją w pełni w Instytucie Techniki Ciepłej Politechniki Warszawskiej (ITC PW).

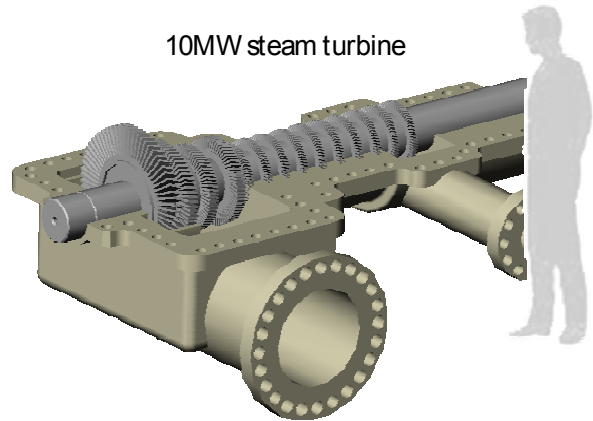
Wyniki projektu będą na bieżąco publikowane w renomowanych periodykach krajowych jak i zagranicznych (Journal of Power Technologies, Applied Energy, Rynek Energii, Inżynieria Chemiczna i Procesowa, Archiwum Energetyki). Przewiduje się także, prezentowanie wyników cząstkowych na specjalnie w tym celu zorganizowanych seminariach.

Wpływ rezultatów Rosnące wciąż zapotrzebowanie na energię elektryczną wymaga prowadzenia poszukiwań nowych, tańszych metod jej wytwarzania. Dąży się do zmniejszenia zarówno kosztów eksploatacyjnych, jak i inwestycyjnych elektrowni. Powszechnie panuje przekonanie, że w elektrowniach parowych praktycznie wyczerpano możliwości ulepszeń. Wśród innych koncepcji, duże nadzieje rokuje zastosowanie w obiegach cieplnych czynnika roboczego innego niż para wodna (np. CO₂) oraz dobranie dla tego czynnika najkorzystniejszego obiegu termodynamicznego.

10MW sCO₂ turbine



10MW steam turbine



Rysunek 1: Porównanie turbin o mocy 10 MW pracujących na CO₂ i parze wodnej [1]

Obiegi oparte o nadkrytyczny CO₂ przeżywają swój renesans. Od pierwszych prac z lat 70-tych zeszłego wieku minęło prawie 40 lat, po czym w ostatnich trzech latach nastąpił gwałtowny wzrost ilości artykułów o tej tematyce. Jednakże są to prace głównie teoretyczne i ukierunkowane albo na reaktory jądrowe albo na koncentryczne kolektory słoneczne. Prowadzone są także badania w USA na bazie jednego z programów rządowych. Z punktu widzenia Polski najciekawszym może być, włączenie obiegów opartych o nadkrytyczny CO₂ do instalacji CCS w elektrowniach węglowych, co nadaje projektowi odpowiednie znaczenie poznawcze.

Literatura

- [1] M. Persichilli, A. Kacludis, E. Zdankiewicz, T. Held, Supercritical CO₂ power cycle developments and commercialization: Why sCO₂ can displace steam ste.