ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1983

Seria: ENERGETYKA z. 83 Nr kol. 775

Kazimierz KUTARBA
Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych

ROZWÓJ PRZEMYSŁU TURBINOWEGO I JEGO WPŁYW NA KULTURĘ TECHNICZNĄ KRAJU

Streszczenie. Przedstawiono historię rozwoju krajowej energetyki ze szczególnym uwzględnieniem przemysłu turbinowego. Podano charakterystykę turbin produkowanych w Zamechu. Omówiono główne problemy dalszego rozwoju turbin.

1. Wstęp

Wielki myśliciel, filozof, przywódca międzynarodowego proletariatu Włodzimierz Iljicz Lenin w swoich pracach o energetyzacji i elektryfikacji Kraju Rad powiedział: "Rozum ludzki odkrył wiele działów przyrody i odkryje jeszcze więcej, powiększając dzięki temu swoją wiedzę nad nią".
I Jego słowa sprawdziły się całkowicie, - rewolucja naukowo-techniczna odkryła wiele nowych dziedzin nauki i techniki, jak:
- telewizję radarową,
- energię jądrową,
- kosmonautykę,
- silniki odrzutowe i turbiny gazowe,
- kontrolowaną syntezę termojądrową.

Wkroczyliśmy w wiek "2A" - atomu i automatyki. Obecnie w bilansie energetycznym ludzkości własne siły człowieka i wysiłek zwierząt domowych stanowi zaledwie ułamek procentu. Jak olbrzymią stała się ilość energii dostarczonej człowiekowi przez silniki mechaniczne i to przede wszystkim przez turbiny o wielkiej dziś jednostkowej mocy 500-1200 MW. I tak dzięki opanowaniu energii wzbogaciło się i polepszyło życie człowieka. To przecież energia skróciła odległość między lądami z miesięcy, które potrzebne były Kolumbowi do kilku godzin jakie tracimy na przelot samolotem turboodrzutowym.
To obfitość energii szeroko udostępniło ludzkości aluminium i tkaniny syntetyczne. To obfitość energii umożliwia przekazywanie ruchomych obrazów za pomocą radia i telewizji oraz wystrzelenie sztucznych satelitów ziemi. To obfitość energii podniosła na niesłychanie wysoki poziom wydajność pracy ludzkiej. Według niektórych raportów rzymskich i prognoz uczonych w ciągu najbliższych pięćdziesięciu lat produkcja energii na całym świecie

wzrośnie niemal 90-krotnie. Energia jest wszędzie. Są to i złote potoki promieni słonecznych i fale morskie uderzające o brzeg i potężne wstrząsy rozszczepienia jądrowego i niewidzialne pole grawitacyjne rozlane w bezkresnych przestrzeniach wszechświata.
Lecz tak mało naturalnych źródeł energii nauczyliśmy się wykorzystywać! I tak słabo jeszcze wykorzystujemy te, które uważamy za opanowane. Sprawność ogólna nowoczesnej siłowni cieplnej wynosi dziś w najlepszym razie nie wiele ponad 41-42%.

2. Rozwój energetyki na świecie i w Polsce

Wiele pasjonujących problemów powstało w różnych dziedzinach przetwarzania energii. Nauka i technika stały się podstawą siły i znaczenia nie tylko ekonomicznego, lecz także politycznego, kulturalnego i militarnego. Spośród różnych przemysłów "Energetyka" i przemysł maszyn i urządzeń energetycznych we współczesnym rozwoju gospodarki narodowej spełnia podwójną funkcję:
- jest warunkiem wzrostu produkcji,
- jest warunkiem jej unowocześnienia.

Nie ma nowoczesnej produkcji bez rozwiniętej energetyki. Nie przypadkowo poziom produkcji energetycznej i elektrycznej jest jednym z ważnych mierników poziomu gospodarczego. W ćwierćwieku lat 1955-80 produkcja energii elektrycznej krajów świata wzrosła z 420 mld kWh do ponad 3000 mld kWh, a więc 7-krotnie.

Jeśli wziąć pod uwagę raporty rzymskie to sytuacja przedstawia się na świecie bardzo źle.

I tak:
- dzisiaj łącznie 27% ludzkości świata cywilizowanego dysponuje 88% światowej energii elektrycznej i na 1 mieszkańca zużycie wynosi około 3300 kWh.
- Reszta świata 73% zacofanej ludzkości zużycia tylko około 12% energii elektrycznej i zużycie na 1 mieszkańca wynosi około 250 kWh.

Z tych wskaźników widać jak wielkie są jeszcze niedobory energii na świecie i jak wiele jeszcze musimy rozwinąć energetykę i przemysł maszyn i urządzeń energetycznych.

Musimy rozwijać na świecie i w Polsce:
- energetykę jądrową,
- energetykę źródeł nieodnawialnych (słońce, wiatr, wodę itp.),
- a po roku 2050 kontrolowaną syntezę termojądrową.

W Polsce konkretnie energetykę będziemy rozwijać dalej stosunkowo mało na bazie węgla kamiennego (2-3 elektrownie o łącznej mocy ok. 5000-6000 MW), a głównie na bazie węgla brunatnego.

Do spełnienia tego programu konieczna jest rozbudowa dalsza dwóch przemysłów:
- maszyn i urządzeń energetycznych,
- maszyn i urządzeń przemysłu wydobywczego węgla brunatnego (koparki, taśmociągi i zwałowarki).

Bardzo ważną gałęzią jest właśnie w energetyce przemysł turbinowy, i jemu poświęcony jest ten referat.

3. Historia rozwoju turbin parowych w Polsce

Przed II wojną światową moc zainstalowana w energetyce zawodowej wynosiła w Polsce od 1660 MW i turbiny parowe w ilości około 400 jednostek były różnych firm, jak np.:
- AEG, SSW, BBC, STALLAVAL, I BFM, Škoda itp.

Części zamienne sprowadzano z zagranicy a remonty przeprowadzano przez specjalistów zagranicznych.
Po wojnie powstało szereg polskich zakładów remontowych, jak:
- CZPr.Cz.Zamiennych dla Energetyki, Energomontaż PW, Wiromet - Mikołów, Zakłady Remontowe itp.

W 1938 r. Huta Stalowa Wola zakupiła licencje na budowę armat przeciwlotniczych "Bofors" i związaną z tym licencję na turbinę promieniową "Stal-Laval". Wojna światowa nie pozwoliła na uruchomienie produkcji tych turbin i może dobrze się stało, gdyż turbiny promieniowe nadają się raczej do mocy małej i średniej (max. 60 MW), głównie jako turbiny przemysłowe, przeciwprężne, upustowe i czołowe, a więc na potrzeby przemysłu jako turbiny technologiczno-energetyczne.

Po wojnie przestawiliśmy się na produkcję turbin parowych akcyjnych osiowych korzystając z wybitnej pomocy ZSRR (EMZ). Jedyny element z doświadczalnej turbiny Stal-Laval ze Stalowej Woli, kocioł "Velox" jest zainstalowany w naszej Hali Maszyn Cieplnych Politechniki Śląskiej.

W 1946 r. zapadła decyzja Rządowa o ulokowaniu Fabryki Turbin w Elblągu na ruinach i zgliszczach Stoczni "Schichau", która prowadziła remonty i budowę turbin parowych od 1937 r. dla okrętów wojennych floty niemieckiej. Lata 1946-49 przeznaczono na remont i odbudowę fabryki.

Historyczną datą jest rok 1950, w którym wykonano pierwszą turbinę parową TNO o mocy 0,5 MW przeznaczoną do napędu prądowych agregatów okrętowych.

Następne charakterystyczne daty to kolejna budowa dalszych turbin parowych jak:
- w 1953 r. turbina TP-21 2 MW,
- w 1956 r. " TC-25 - 25 MW, (LMZ)
- w 1960 r. " TK-50 - 50 MW,
- w 1961 r. " TK-120 - 120 MW (AEI)
- w 1967 r. " TK-200 - 200 MW (LMZ).

Była to już bardzo duża jednostka prądotwórcza dla energetyki zawodowej jako maszyna podstawowa na parametry 130 ata, 535/535°C.

Obecnie uruchamiamy drugą generację turbin 18K360 - 360 MW, które będą uruchomione w EK-Bełchatów i w EK-Opole, na parametry pary 180 ata (176,6 bar) i 535/535°C, z przegrzewem wtórnym.

4. Ogólna produkcja turbin w ZAMECH-u

Dynamika rozwoju produkcji Zamechu jest bardzo wielka: np.w I dekadzie rozwoju na produkcję 10 tys. MW potrzeba było 22 lat czasu, a w II dekadzie osiągnięto produkcję 10 tys. MW w ciągu 7 lat. W ciągu 33 lat istnienia Zamechu osiągnięto wspaniałe wyniki:

- łącznie wyprodukowano ponad 600 turbin parowych energetycznych, ciepłowniczych i przemysłowych,
- w tym na eksport około 16%.

Zakłady Mechaniczne im. K. Świerczewskiego ZAMECH dla energetyki krajowej są podstawowym zakładem produkcyjnym. Produkcja turbin dzieli się na 3 grupy:

- turbiny energetyczne dużej mocy,
- turbiny ciepłownicze,
- turbiny przemysłowe.

ZAMECH dobrze wykorzystał wszystkie licencje LMZ, AEI i BBC. Wszystkie turbiny TC-25, TK-50, PWK-200 zostały zmodernizowane i na ich bazie powstało szereg nowych typów turbin energetycznych ciepłowniczych i przemysłowych. Oryginalną polską specjalnością "Zamechu" są turbiny ciepłownicze, bardzo udane i przodującej w świecie konstrukcji.

Dzielą się one na 3 grupy:

- ciepłownicze podstawowe 1 lub 2 kadłubowe przeciwprężne z dwoma lub trzema stopniami wylotowymi do wymienników sieciowych (np. 50 MW i /" Gcal/h),
- ciepłownicze sezonowe, np. kondensacyjne z 2 stopniami wylotowymi (np. 125 MW i 140 Gcal/h - 3 kadłubowe),
- ciepłownicze szczytowe - kondensacyjne z możliwością kontrolowanego odbioru dużych ilości pary do szczytowych wymienników ciepła.

ZAMECH jest jednym z pierwszych producentów w świecie, który zastosował wielostopniowy podgrzew wody sieciowej w swoich rozwiązaniach jako rozwiązania ekonomiczniejsze, przy czym jak wykazały to szerokie analizy ekonomiczne, układ 2-stopniowy podgrzewu jest rozwiązaniem najlepszym.

Największą z wyprodukowanych i będącą w eksploatacji turbin ciepłowniczych jest turbina ciepłowniczo-kondensacyjna 135/150 MW na parametry pary 180 ata, 535/535°C z 2-stopniowym podgrzewem wody sieciowej, z kadłuba niskoprężnego (patent PRL nr 73091 z 1972 r.). Turbina ta jest ponadto przystosowana do pracy jako tzw. wirująca rezerwa i przy spadku frekwen-

cji sieci pozwala przez szybkie otwarcie tarcz regulacyjnych na wzrost mocy turbiny o ponad 25 MW w ciągu 5 sekund.

Druga generacja turbin ciepłowniczych charakteryzujących się większą zwartością konstrukcji, lepszymi charakterystykami części ciepłowniczej w zmiennych warunkach pracy oraz podwyższeniem mocy maksymalnej do 100 MW. Jest to turbina oznaczona symbolem 13C100 i 13UC100 o przełyku 350-500 t/h, mocy elektrycznej 80-125 MWe i maksymalnej wydajności cieplnej do 230 MWc. Znajduje się w produkcji na tej bazie turbina 18CK300 na parametry pary 16,6 do 18 bar, 535/535°C, o przełyku 1100 t/h, maksymalnej wydajności cieplnej do 450 MWc, mocy elektrycznej do 400 MWe.

Bardzo ciekawy obiekt stanowi turbina 110 MW jednokadłubowa upustowo-ciepłownicza z dodatkowym regulowanym odbiorem technologicznym pary. Charakterystycznym dla niej jest zastosowanie w wylocie ciepłowniczym stopnia o rozdzielonym strumieniu pary, zapewniającym uzyskanie równomiernego obciążenia obu wymienników w szerokim zakresie obciążeń (patent PRL nr 76620 z 1978 r.). Turbiny te są eksploatowane między innymi w Finlandii, gdzie wszystkie 5 znajdują się w eksploatacji z dobrymi wynikami (od 35 do 150 MW).

Potencjał konstrukcyjny i produkcyjny ZAMECH-u oraz posiadane doświadczenia pozwalają na zaoferowaniu i dostarczeniu każdej praktycznie turbiny ciepłowniczej według żądań klienta.

ZAMECH przeprowadził również w kilku etapach modernizację turbiny o mocy 200 MW, przystosowując ją na żądanie energetyki do pracy elastycznej - 2-zmianowej.

Modernizacja polegała na:

- przesunięciu w turbinie upustu nr 4 o jeden stopień,
- wprowadzeniu dłuższych jednoczęściowych zakładek stellitowych na łopatkach stopni niskoprężnych,
- wprowadzeniu regulacji dopływu pary do części SP przy małych obciążeniach,
- powiększeniu powierzchni ochładzającej kondensatorów,
- powiększeniu wymienników regeneracyjnych z wprowadzeniem konstrukcji 2-strefowej,
- zmianie układu odwodnienia turbiny,
- zastosowaniu 2-powłokowych konstrukcji kadłubów WP i SP z jednoczesną zmianą materiału kadłubów z 17NMF na 21HMF,
- wprowadzeniu w układzie regulacyjnym 2 niezależnych serwomotorów dla niezależnego sterowania zaworów regulacyjnych WP i SP,
- wprowadzeniu układu oleju lewarowego,
- modernizacji odwodnień ostatnich stopni niskoprężnych.

W rezultacie otrzymano bardzo dobrą maszynę, do pracy 2-zmianowej, uzyskując znaczne skrócenie czasu rozruchu do ok. 60 minut po 8 h postoju i ok. 90 minut po 24-36 h postoju. Uzyskano zwiększenie mocy do 215 MW i zmniejszenie jednostkowego zużycia ciepła o ok. 1-2% przez powiększenie

sprawności części WP turbin. Wzrosła również dyspozycyjność turbiny do rzędu 97%. Nową generację turbin w elektrowniach obecnie po wstrzymaniu produkcji 13K215 będzie stanowić turbina 18K360 na parametry pary 180 ata i 535/535°C z podwójnym przegrzewem pary.
Czas pracy (żywotności) turbiny ma wynosić 200 tys. godzin ruchu (ok. 30 lat) z liczbą uruchomień w tym okresie sięgającą 3000. Dostawa do elektrowni zamkniętego kadłuba WP i SP z uruchomionymi w nich wirnikami jest zgodna z najnowszymi tendencjami do zastępowania montażowych operacji w elektrowni montażem fabrycznym, wykonywanym w lepszych warunkach i pod lepszą kontrolą. Najważniejsze są własności dynamiczne turbiny 360 MW ze względu na jej ułożyskowanie (po 1 łożysku między kadłubami), łożyska położone daleko od siebie dopuszczają nawet kilkumilimetrowe ew. zmiany poprzecznego położenia łożysk. Na bazie tej turbiny możemy budować nowe maszyny o mocy 600, 750 i 1000 MW. W porównaniu do turbin 250 MW ma ona bardzo dobre charakterystyki: (porówn. 2 turbin)
- moc z uwzględnieniem mocy pobieranej przez pompy 210 i 360 MW,
- długość maszyny 8,4 MW/1 m przy 215 MW i 11,2 MW/1 m przy 360 MW,
- ciężar turbiny 215 MW - 575,8 tony, a 360 MW - 510 ton,
- jednostkowe zużycie ciepła dla turbiny 215 MW - 2011 kcal/kWh, a przy 360 MW - 1926 kcal/kWh.

A więc maszyna ta jest lżejsza, krótsza i sprawniejsza. W budowie np. elektrowni 1000 MW mamy: 5 turbin 215 MW i 3 turbiny 360 MW, znacznie mniejszy budynek maszynowni oraz oszczędność węgla umownego ok. 193 tys. rocznie.

Turbiny przemysłowe - stanowią trzecią grupę turbin własnej produkcji ZAMECH-u. Ich rozwój jest rezultatem systematycznego wzrostu potencjału produkcyjnego ZAMECH-u oraz dużego zapotrzebowania ze strony gospodarki narodowej. Turbiny tej grupy charakteryzują się dużą różnorodnością w zakresie parametrów pary dolotowej, upustowej i technologicznej oraz wylotowej (przeciwprężność), jak również różnorodnością zastosowań i warunków pracy. Należy zaznaczyć, że turbiny przemysłowe w dużym zakresie opierają się na konstrukcjach turbin kondensacyjnych (konwencjonalnych) i ciepłowniczych przez unifikację zespołów i elementów oraz przez utrzymanie wspólnej koncepcji konstrukcyjnej.

W latach sześćdziesiątych ZAMECH rozwinął produkcję turbin przemysłowych mocy od 100-8000 kW przede wszystkim wysokoobrotowych (5500-12500 obr/minutę), przeciwprężnych z upustem regulowanym dostarczanych do cukrowni, przemysłu fermentacyjnego, włókienniczego, również do napędu sprężarek w kopalniach węgla. Produkcja ta z czasem została ograniczona, gdyż ZAMECH nastawiony jest na budowę przede wszystkim wielkich i średnich turbin - na korzyść turbin przemysłowych większej mocy o przełyku do 450 t/h i parametrów pary dolotowej do 130 ata i 535°C i mocy rzędu 20-30 MW.

5. Eksport turbin parowych

Jak już wyżej wspomniałem ZAMECH pokrywa całkowite zapotrzebowanie turbin dla energetyki krajowej zawodowej i przemysłowej (z nielicznymi tylko wyjątkami), a dotychczas wyeksportował ok. 16% swojej produkcji. Eksport ten do ponad 10 krajów, np. ZSRR, ChRL, Jugosławia, Turcja, CSRS, Indie, Finlandia, KRL, Wietnam, Maroko, Iran, Cejlon, Grecja, Hiszpania, Chana itp.

Głównie nastawiamy się na eksport do krajów trzeciego świata i do krajów RWPG. Są to turbiny w dużej mierze przemysłowe i ciepłownicze.

6. Nauka i postęp techniczny

ZAMECH posiada własne centralne biuro konstrukcyjne, ośrodek badawczo-rozwojowy, biuro technologiczne i duże laboratorium metaloznawcze. Współpracuje z licznymi instytutami jak, np.: IMP PAN, ITC Łódź, Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych Pol. Śląskiej, IMP Pol. Łódzkiej i innymi wyższymi uczelniami technicznymi.

ZAMECH posiada również duży ośrodek obliczeniowy z EMC "Odra-1305" i komputerem typu "Packard 930B". Korzysta również z ośrodka obliczeniowego dysponującego maszyną umożliwiającą przeprowadzanie obliczeń na kompleksowych programach maszyny IBM370.

Na własnym stoisku Cambella do badań dynamicznych prowadzi się badania łopatek względnie pakietów łopatek. Ponadto Ośrodek badawczo-naukowy ZAMECH-u przeprowadza na miejscu badania elementów i różnych węzłów konstrukcyjnych turbin jak również badania prototypów nowych konstrukcji turbin. W szerokim zakresie prowadzą badania naprężeń występujących w układach łopatkowych oraz badania układów regulacyjnych w systemie symulacyjnym.

W Centralnym Biurze Konstrukcyjnym prowadzi się na szeroką skalę normalizację, unifikację i typizację turbin tzw. modułowe konstrukcje turbin ciepłowniczych i przemysłowych, a nawet i energetycznych (łożyska, stojaki, sprzęgła, elementy regulacyjne, całe kadłuby WP, SP i NP itp.).

Wielkim problemem w pracach ośrodków badawczych są konstrukcje ostatnich stopni turbin. Mamy opanowane długości łopatek do 820 mm, a musimy skonstruować i zbadać następne długości l = 950 i 1200 mm, które będą nam potrzebne do dalszych nowych większych turbin o mocy 750 i 1000 MW, zwłaszcza dla energetyki jądrowej.

Obecnie na świecie stosowane są już w ostatnich stopniach długie łopatki tytanowe (stopy tytanu), a w próbach są łopatki kompozytowe z tworzyw sztucznych zbrojonych włóknami boru i węgla (60%). Do turbin gazowych prowadzi się badania łopatek monokryształowych umożliwiających zastosowanie wysokich temperatur gazu na wlocie rzędu 1200-1300°C.

Projekty ZAMECH-u zależą również od możliwości dostaw innych elementów elektrowni, np. kotłów parowych, kondensacji, regeneracji, armatury i rurociągów.

7. Wpływ przemysłu turbinowego na kulturę techniczną kraju

Konstrukcja turbin jest syntezą wielu dziedzin nauki jak, np.:
- podstaw konstrukcji maszyn,
- termodynamiki i wymiany ciepła,
- aerodynamiki przepływu,
- dynamiki układu i zespołów turbin,
- termowytrzymałości materiałów statycznej i dynamicznej,
- materiałoznawstwa itp.

To wymaga bardzo gruntownego doświadczenia kadry inżynierskiej i ciągłego pernamentnego dokształcania (samokształcenie, studia podyplomowe, studia doktoranckie, kursy specjalizacyjne itp.). Dawne katedry i obecne instytuty wypromowały w różnych uczelniach technicznych w dziedzinie turbomaszyn około 50 doktorów dr n.t. i dr hab.

Konstrukcja turbin jak i technologia budowy to dwie dziedziny nauki specjalistycznej. Ponadto produkcja turbin to nie tylko maszyny do wytwarzania energii elektrycznej i ciepła, ale również maszyny stawiające wysokie wymagania, np. na wyroby hutnicze. Wysokie wymagania wytrzymałościowe, obróbki cieplnej, wielkich odkuwek, odlewów stali nierdzewnej i stopowej, obróbki plastycznej i spawania. Również dziedzina obróbki skrawania ciężkich elementów wymaga doskonałych obrabiarek, bogatego oprzyrządowania, precyzyjnego wykonania i ścisłych pomiarów.

Turbiny parowe to maszyny o największym wytężeniu materiałowym. Turbiny wielkiej mocy to kolosy, o wadze od 1000-2500 ton, długość turbiny parowej wielkiej mocy 1-wałowej dochodzi do 30-65 m wraz z generatorem. Wymaga to bardzo precyzyjnego montażu, ze względu na dynamikę drgań jak i na rozszerzalność cieplną poszczególnych kadłubów w granicach temperatur 535°C - 30°C. Maszyny te stawiają również wysokie wymagania odnośnie dokładności wykonania fundamentów żelbetowych względnie stalowych. Utarło się na świecie słuszne stwierdzenie, że produkcja turbin ma duży wpływ na kulturę techniczną kraju, co nie ulega najmniejszej wątpliwości

Fabryka turbin ZAMECH ogromnie dodatnio wpływa na rozwój miasta Elbląga, obecnie ponad 100-tysięcznego miasta, na rozbudowę zaplecza socjalno-bytowego, ośrodka sportowego, teatru itp. To wszystko wyraźnie oddziaływuje na kulturę miasta i mieszkańców. Możemy śmiało postawić znak równości

"Zamech ≡ Elbląg"

W każdej rodzinie jakiś przedstawiciel jest "zamechowcem".

8. Perspektywy rozwoju turbin parowych w Polsce

Na świecie istnieje ponad 70 fabryk turbin. ZAMECH zajmuje 11 miejsce na świecie jako fabryka dużej mocy i to osiągnięcie jest zasługą wielkiego wkładu pracy, i wiedzy wszystkich robotników, inżynierów no i oczywiście nauki, i wyższych uczelni technicznych. Muszę tutaj stwierdzić osobiście, mimo tego, że zwiedziłem około 20 kilku fabryk turbin, że nie znany mi jest taki rozmach i taka dynamika osiągnięć jaką w ciągu 32 lat budowy turbin osiągnął ZAMECH (od 0,5 do 360 i 500 MW).

Największe koncerny świata: BBC, SSW, AEG, Westinghouse i inne produkują turbiny od około 80-100 lat, a ZAMECH tylko ponad 30 lat. Jak z powyższych rozważań wynika, ZAMECH w ciągu 32 lat rozwinął produkcję turbin parowych opartą o nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne własne bądź licencyjne (wszystkie trzy turbiny licencyjne były zmodernizowane przez ZAMECH i przystosowane do naszych warunków eksploatacyjnych).

Zakłady Mechaniczne im. K. Świerczewskiego ZAMECH są fabryką znakomicie wyposażoną w urządzenia produkcyjne na poziomie światowym. Współpracują one z licznymi kooperantami w kraju (ok. 20 tys. ludzi bierze udział w produkcji turbin i pomocniczego wyposażenia). Rozpoczynaliśmy w 1946 r. kadrą naukową około 12 profesorów i asystentów, a obecnie licząc tylko ludzi wyspecjalizowanych w dziedzinie turbomaszyn, można ocenić ich ilość na około 450 osób. ZAMECH współpracuje również z bardzo poważnymi kooperantami zagranicznymi jak BBC, Stał-Laval, Alsthom itp. produkując dla nich w wymianie handlowej łopatki, kadłuby i inne elementy turbinowe. Możemy więc być pewni, że założony program i harmonogram produkcji i rozwoju turbin o mocy 500, 750 i 1000 MW będzie osiągnięty dla potrzeb energetyki zawodowej i przemysłowej, dla dobra naszej gospodarki narodowej.

РАЗВИТИЕ ТУРБИННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ТЕХНИЧЕСКУЮ КУЛЬТУРУ СТРАНЫ

Р е з ю м е

В статье представлено истотию развития отечественной промышленности с особым учётом турбинной промышленности. Подано характеристики турбин выпускаемых фирмой "ZAMECH". Рассмотрено основные проблемы дальнейшего развития турбин.

TURBINE INDUSTRY DEVELOPMENT
AND ITS INFLUENCE UPON AT TECHNICAL CULTURE OF THE COUNTRY

S u m m a r y

A history of the home power industry development is presented with special treatment of the turbine industry. Turbines made by ZAMECH are characterised and fundamental problems of further development are discussed.