

Eugeniusz BĄK

Główny Instytut Górnictwa
Katowice

POMPY O SWOBODNYM PRZEPŁYWIE TYPU GIG-THT I ICH EFEKTYWNOŚĆ W ZASTOSOWANIACH PRZEMYSŁOWYCH

Streszczenie: Przemysłowe wykorzystanie pomp o swobodnym przepływie typu THT, opracowanych w Głównym Instytucie Górnictwa, pozwoliło poznać zarówno ich wady i zalety. Mimo ich niższej sprawności od pomp konwencjonalnych, znaleziono dla nich obszar efektywnego wykorzystania. Przedstawiono zarówno szczególne zalety pomp o swobodnym przepływie, jak również przykłady efektywnego przemysłowego ich wykorzystania.

1. Wstęp

Kilkuletnie obserwacje pracy pomp o swobodnym przepływie opracowanych w Głównym Instytucie Górnictwa, pozwoliły poznać zarówno ich zalety jak również wady. Podstawowym wymaganiem stawianym maszynom roboczym jest, aby pracowały przy wysokiej sprawności. W pompach do różnego rodzaju cieczy i mieszanin warunek ten jest czasem trudnym do spełnienia, gdy konieczne jest spełnienie jeszcze szeregu innych warunków /1,2/, jak:

- duża odporność na erozyjne ścieranie ciałami stałymi,
- konstrukcja umożliwiająca przepływ ciał stałych o dużych wymiarach,
- charakterystyka $H = f / Q /$ korzystna dla hydraulicznego transportu ciał stałych,
- rozwiązanie umożliwiające łatwą wymianę zużytych części itd.

Z tych właśnie powodów pompy o swobodnym przepływie nie charakteryzują się wysoką sprawnością. Porównanie sprawności pomp o swobodnym przepływie z pompami konwencjonalnymi do mieszanin przedstawione jest na rys. 1. Sprawność pomp o swobodnym przepływie jest niższa o około 8 + 12%. W związku z tym może się wydawać, że pompy te pod względem ekonomicznym znajdują się na straconej pozycji i przegrają każdą konkurencją z pompami konwencjonalnymi. W dalszej części referatu przedstawione są przykłady efektywnego wykorzystania pomp o swobodnym przepływie oraz ich zalety techniczno-technologiczne.

2. Charakterystyka techniczna pomp o swobodnym przepływie

Istotne różnice w konstrukcji pomp o swobodnym przepływie w stosunku do pomp konwencjonalnych występują w części hydraulicznej. Hydrauliczną

część pompy o swobodnym przepływie przedstawia rys. 2. W skład podstawowych elementów wchodzi: korpus, tylna ścianka oraz wirnik. Wirnik schowany jest we wnęce tylnej ścianki i wyposażony jest w 8 + 12 promieniowych łopatek. Przepływ ziarn ciał stałych od króćca ssawnego do króćca tłocznego odbywa się głównie przez przestrzeń swobodną między wirnikiem a obudową. Pompy THT są pompami jednostopniowymi, z osłowym wlotem króćca ssawnego i króćcem tłocznym wyprowadzonym pionowo, w bok lub w dół stycznie do obwodu kadłuba.

W tabelicy 1. zestawiono podstawowe parametry pracy opracowanych w GIG pomp THT o swobodnym przepływie.

Tabela 1

Lp.	T y p	Wysokość podn. H -/m/	Wydaźność Q-/m ³ /min/	Obroty n-/1/ min/	Maks.wielk. ziarn -/mm/	Moc na wale N- /kW/	Charaktery styka roz- wiązania
1.	PH-100s /THT-100/ 125/	48	3,08	1450	95	53	Część hydrauliczna odlewana z odpornego na ścieranie materiału, stojan pompy PH 100
2.	THT-125s R	17,5 40,0	1,72 2,6	960 1450	100 100	14 46	konstrukcja całkowicie spawana
3.	THT-200II "A"	18 42	4,0 6,0	960 1450	180 180	30 105	Stojan łożyskowy spawany, część hydrauliczna z materiału o dużej odporności na ścieranie
4.	THT-200II "B"	24 55	4,0 6,0	960 1450	180 180	40 134	

Prostota konstrukcji pompy typu THT umożliwiła, że wielkość 125s posiada konstrukcję całkowicie spawaną. Opracowano i przebadano również pompy o typo-wielkości THT 50 i THT 80. Nie znalazły one na razie szerszego przemysłowego zastosowania.

3. Źródła efektów przy stosowaniu pomp o swobodnym przepływie

Podstawowymi źródłami efektów pomp o swobodnym przepływie są szczególne cechy tych pomp, a mianowicie:

- duża wysokość ssania przekraczająca 8 m, co powoduje, że pompy te wytwarzają większe podciśnienie na ssaniu, co jednocześnie ułatwia odpajanie związanego z podłożem materiału, np. przy czyszczeniu zbiorników wodnych.
- odporność na kawitację przy zatkanium króćca ssawnego /np. ściśle przytknięcie ssawy do podłoża/ pompa pracuje spokojnie bez drgań i objawów kawitacji,

- niewrażliwość na przepływ ciał stałych o wymiarach nieznacznie mniejszych od średnicy króćcy oraz materiałów włóknistych, kawałków węgla, kamienia, szczap drzewa, drutów, szmat, tworzyw, metali jak ołów itp. - na rys.3 przedstawiono porównanie przepustowości wielkości ziarn z innymi pompami do mieszanin,
- prosta konstrukcja, która umożliwia budowę i naprawę pomp w warsztatach kopalni, w szczególności dotyczy to konstrukcji spawanej.

Przeprowadzono również porównawczą analizę ekonomiczną systemów z wykorzystaniem pomp o swobodnym przepływie i o konwencjonalnej budowie.

Analizę przeprowadzono w oparciu o :

- teoretyczne porównanie przeciwstawnych rozwiązań,
- rzeczywiste osiągnięte i potwierdzone efekty uzyskane z przemysłowych zastosowań pomp o swobodnym przepływie.

4. Analiza porównawcza dwóch systemów z pompą o swobodnym przepływie i o konwencjonalnej budowie

Porównawczy schemat z obu typami pomp przedstawiony jest na rys. 4. Dla porównania stworzono równoważne układy mające tą samą wysokość podnoszenia, przepustowość dla wielkości ziarn, wysokość ssania i niewrażliwość na kłwitację. Dla uzyskania tej samej przepustowości ziarn w pompie konwencjonalnej, trzeba było zwiększyć jej wydajność /wymiary przelotów/, a w celu zapewnienia takiej samej wysokości ssania i uzyskania niewrażliwości na kłwitację, dodatkowo zastosować układ eżektorowy.

Układ z pompą o swobodnym przepływie /Rys.4a/ znacznie prostszy i składa się z pompy THT /1/, silnika /2/, węża ssawnego /3/, zasuwy na tłoczeniu /4/, rurociągu tłocznego /5/ oraz podwozia /6/.

Układ równoważny /Rys.4b/ wymaga więcej podzespołów. Składa się z pompy konwencjonalnej /1/, silnika /2/, eżektora /3/, rurociągu ssawnego /4/, pompy eżektora /5/ z silnikiem /6/ i zasuwy /7/, zasuwy na tłoczeniu /3/, węża ssawnego /9/ oraz rurociągu tłocznego /10/.

W tabelicy 2 zestawione są podstawowe parametry obu układów.

Tabela 2

Lp,	Parametr lub cecha		Układ z pompą THT	Układ z pompą konw.
1.	Wysokość podnoszenia	/m/	50	50
2.	Maks. ziarno	/mm/	100	100
3.	Wysokość ssania	/m/	9,2	9,2
4.	Obroty pompy	/1/min/	1450	1450
5.	Wydajność	/m ³ /min/	3,0	15,0
6.	Noc na wale /suma/	/kW/	55,0	215,0
7.	Masa układu	/kg/	895,0	4082,0
8.	Niezawodność		pełna	niepełna
9.	Możliwość przemieszczania		duża	stacjonarne
10.	Łatwość obsługi		łatwa	trudna

Porównanie kosztów obu układów przedstawia tablica 3.

Tablica 3

Lp.	Rodzaj kosztu/ urządzenia	Układ z pompą THT		Układ z pompą konwenc.	
		Typ/wielkość	Koszt w tys. zł.	Typ/wielkość	Koszt w tys. zł.
1.	Koszt urządzeń				
	- pompa	THT 125	273	PH-250	535
	- silnik	55 kW	120	160 kW	400
	- pompa	-	-	ON-200	380
	- silnik	-	-	55 kW	120
	- eżektor	-	-		128
	- rurociąg	Ø 135/4	84	Ø 273/7	285
	- zasuw	Ø 125	nie licz.	Ø 250	nie licz. /wyższy/
	- kable, urz. elektr.		nie licz.		nie licz. /wyższy/
2.	Suma koszt. urządz.	ku =	477	ku =	1848
3.	Koszt budowy i transportu	kmt. =	niski	kmt. =	wysoki
4.	Koszt eksploatacji				
	- koszt mocy zam.		99,0		387,0
	- koszt energii		24,75		96,75
	- koszt obsługi		nie licz.		nie licz. /wyższy/
	- koszt cz. zamiennych		nie licz.		nie licz.
5.	Suma koszt. ekspl.	ke =	123,75	ke =	483,75
6.	Roczne koszty RK = ku/5 + kmt. + ke	Rk =	219,15		853,35

Ze względu na rozrzedzenie mieszaniny eżektorem i małą ruchliwość układu z pompą konwencjonalną, ilość przetransportowanego materiału nie będzie mimo większej wydajności odbiegała od układu z pompą o swobodnym przepływie. Z tak przeprowadzonej analizy wynika, że roczne efekty przy stosowaniu układu z pompą THT wyniosą około 634 tys. zł. Efekty te odniesione są do czasu pracy około 200 godz./rok, jaki występował przy czyszczeniu chodników wodnych w kopalniach.

W warunkach przemysłowych, przy czyszczeniu chodników wodnych, pompy THT umożliwiły ujawnienie następujących źródeł efektów:

- zwiększenie wydajności i skrócenie czasu czyszczenia,
- zmniejszenie pracochłonności obsługi przy wydobywaniu i transporcie szlamu,
- uproszczenie technologii oraz zastosowanie lżejszych, mniejszych gabarytowo i tańszych urządzeń,

- zmniejszenie uciążliwości pracy przez jej mechanizację, poprawa warunków BHP.

Uzyskane i potwierdzone efekty z tytułu przemysłowego stosowania pomp THT-125, THT 125s /PH 100s/ do czyszczenia zbiorników i osadników w kopalniach za lata 1981 - 1985 zestawione są w tablicy 4.

Tablica 4

Lp.	Nazwa kopalni	Efekty ekonomiczne w mln zł.					Sumaryczne efekty mln zł.
		1981	1982	1983	1984	1985	
1.	KWK Polska	1,6	1,1	2,7	2,7	2,7	10,8
2.	KWK Staszic	1,75	2,3	1,6	1,6	1,6	8,85
3.	KWK Jowisz	-	0,5	0,5	0,5	0,5	2,0
4.	KWK Pokój	-	1,6	4,2	5,4	5,4	16,6
5.	KWK Kazimierz-Juliusz	-	1,55	12,1	7,3	7,3	28,25
6.	KWK Piast	-	-	7,3	5,0	7,5	19,8
7.	KWK Wujek, Murcki Mysłowice, Wieczorek	10,0	10,0	8,0	5,0	5,0	38,0
	Razem:	13,35	17,05	36,4	27,5	30,0	124,3

Schemat przemysłowej instalacji do czyszczenia z osadów zbiorników i chodników wodnych przedstawia rys. 5. Innym przykładem przemysłowego zastosowania pomp o swobodnym przepływie jest uruchomiona w 1984 r. instalacja złomu akumulatorowego w ZGH "Orzeł Biały". Schemat instalacji z pompami THT - 200 przedstawia rys. 6. Instalacja ta transportuje hydraulicznie pokruszony złom akumulatorowy o wymiarach do 125 mm. Poza ołowiem w mieszaninie znajdują się: bakelit, polipropylen, materiały włókniste i szlasy. Niezależnie od hydraulicznego transportu, materiał w czasie transportu jest płukany a po odwodnieniu sortowany. Roczne efekty zastosowania rozwiązania wynoszą 16 mln zł. Efekty te nie byłyby do osiągnięcia bez zastosowania pomp o swobodnym przepływie typu THT-200.

5. Kierunki efektywnego stosowania pomp o swobodnym przepływie

Z innych publikacji /3,4/ oraz przytoczonych przykładów wynika, że właściwe wykorzystanie pomp o swobodnym przepływie może stać się źródłem znacznych efektów. Pompy te należy wykorzystać do takich warunków pracy, w których pompy konwencjonalne nie mogą pracować lub ich praca w danych warunkach jest mało efektywna, niepewna. Kierunki efektywnego wykorzystania pomp o swobodnym przepływie zestawione są w tablicy 5.

Tablica 5

Lp.	Wyszczególnienie	Zakres stosowania	Źródła efektów
1.	Odwodnienie - górnictwo, melioracja budownictwo wodne	- odwodnienie zbiorników z różnego typu zanieczyszczeniami - do podawania wody do pomp wysokociśnieniowych celem uniknięcia korozji	- bezawaryjna praca /nie zatyka się/ - zwiększenie trwałości urządzeń odwadniających
2.	Czyszczenie zbiorników, osadników, chodników wodnych zbiorników zenzowych - górnictwo, hutnictwo, budownictwo, rolnictwo	- w kopalniach czyszczenie zbiorników - czyszczenie zbiorników zenzowych na statkach - wydobycie osadów z zbiorników ściekowych w zakładach przetwórczych	- niezawodna praca, - podnoszenie różnych ciał stałych, - zmniejszenie praca- chłonności, poprawa BHP - zmniejszenie wielkości instalacji
3.	Hydrotransport. - górnictwo, hutnictwo, budownictwo rolnictwo	- transport materiałów zarnistych - węgiel, kamień, żużel, tworzywa, ołów, mater. włóknistych, szmaty, druty oraz produkty rolnicze, słoma itp. - podnośniki hydrauliczne, podajniki	- możliwość transportu materiałów, które innymi pompami nie można transportować

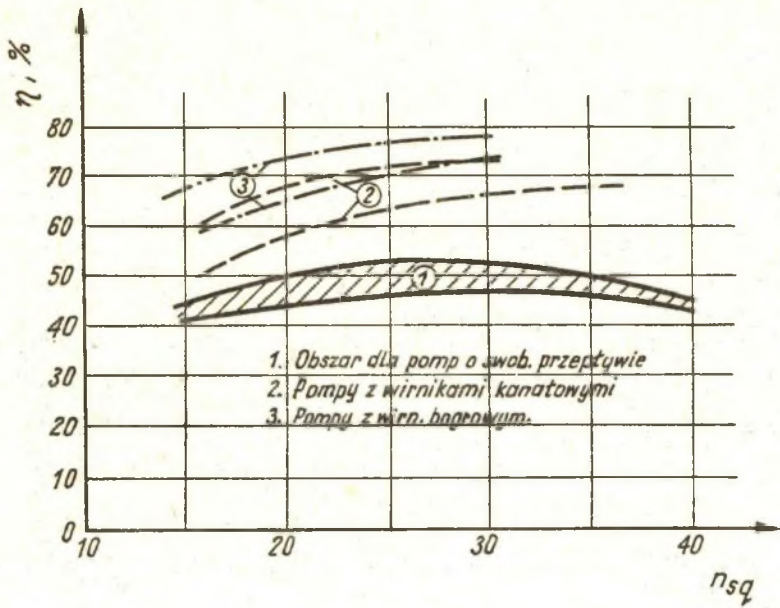
6. Podsumowanie

Z przeprowadzonej analizy, a zwłaszcza z doświadczeń przemysłowych wynika, że wykorzystanie pomp o swobodnym przepływie w obszarach pracy niekorzystnych lub nieosiągalnych dla typowych pomp wirowych może stać się źródłem znacznych efektów ekonomicznych - zakres korzystnego wykorzystania przedstawia tablica 5.

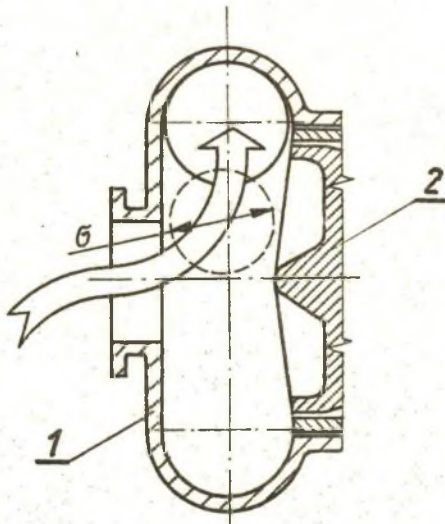
7. Literatura

- [1] Bąk E. "Kryteria rozwiązania pomp wirowych do hydrotransportu ciał stałych" Hydroforum 1985 r.
- [2] Bąk E. "Specjalne górnicze pompy do mieszanin cieczy z dużą ilością ciał stałych opracowane w Głównym Instytucie Górnictwa" Symp. Naukowe GIG 1985 r.
- [3] Bąk E. "Ekonomiczne przesłanki stosowania pomp o swobodnym przepływie do podnoszenia mieszanin wody i ciał stałych" Prace Inst. Maszyn Przepływowych 67-68/1975 r.
- [4] Bąk E. "Pompy o swobodnym przepływie i możliwości ich wykorzystania w górnictwie" Przegląd Górniczy 11/1975 r.

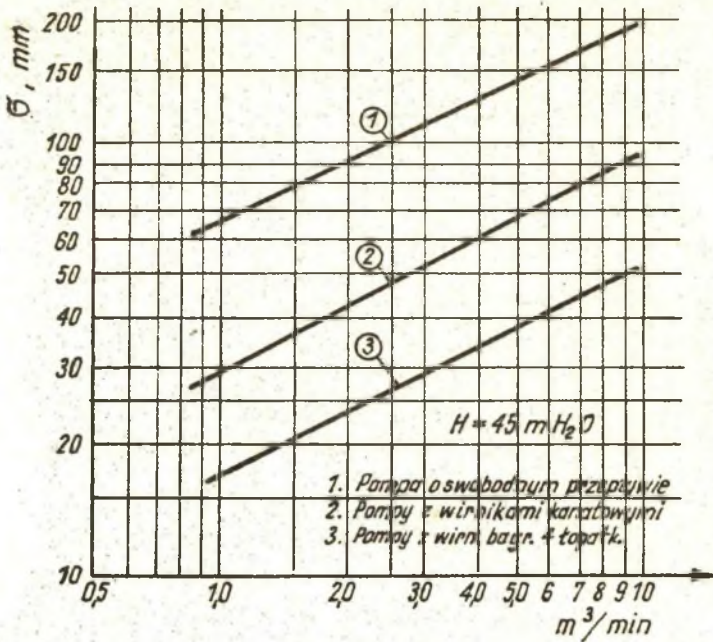
Recenzent: Prof. dr hab. inż. Maciej ZARZYCKI



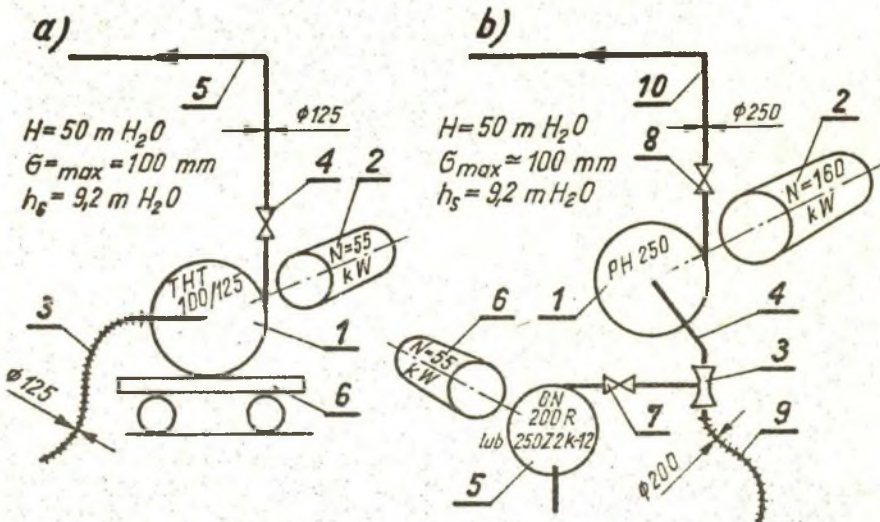
Rys. 1. Porównanie sprawności pomp o swobodnym przepływie z pompami konwencjonalnymi w funkcji n_{sq}



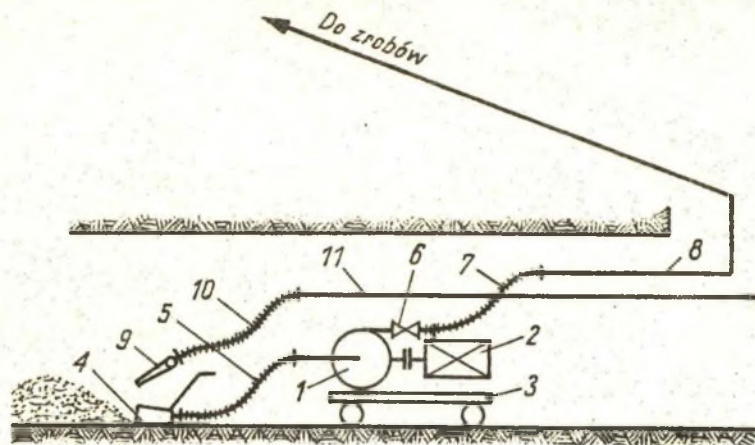
Rys.2. Hydrauliczna część pompy o swobodnym przepływie



Rys. 3. Porównanie dopuszczalnej wielkości ziarn $\sigma = f(Q)$ dla pomp o różnym rozwiązaniu

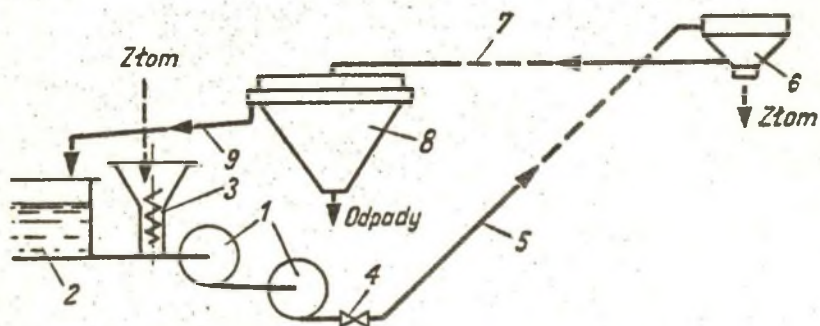


Rys. 4. Schematy maszynowe z pompą THT i pompą o konwencjonalnej budowie



- | | | |
|--------------|--------------------|--------------------|
| 1. Pompa THT | 5. Rura elastyczna | 9. Strumienica |
| 2. Silnik | 6. Zasuwa | 10. Wąż elastyczny |
| 3. Podwozie | 7. Rura elastyczna | 11. Rurociąg wodny |
| 4. Ssawa | 8. Rurociąg | |

Rys. 5. Schemat instalacji do czyszczenia zbiorników wodnych w kopalni



- | | | |
|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| 1. Pompa THT 200 | 5. Rurociąg tłoczny | 9. Rurociąg wody skl. |
| 2. Zbiornik wodny | 6. Odwadniacz | |
| 3. Podajnik ślimakowy | 7. Rurociąg stalowy | |
| 4. Zasuwa specjalna | 8. Separator odpad. | |

Rys. 6. Schemat instalacji do hydrotransportu złomu akumulatorowego

НАСОСЫ СО СВОБОДНЫМ ПОТОКОМ ТИПА GIG-THT И ИХ
ЭФФЕКТИВНОСТЬ В ПРОМЫШЛЕННОМ ПРИМЕНЕНИИ

Р е з ю м е

Промышленное использование насосов со свободным потоком типа THT, разработанных в Главном институте горного дела, предоставило возможность ознакомиться так с их недостатками, как и с достижениями. Несмотря на то, что их коэффициент полезного действия ниже, чем к.п.д. конвенционных насосов, была для них найдена область эффективного использования.

В работе изображено так направления будущего применения, особенно достоинства насосов со свободным потоком, как и примеры их эффективного промышленного использования. Обсуждено тоже типы и характерные данные производимых насосов со свободным потоком.

TYPE GIG-THT FREE FLOWTHROUGH PUMPS AND THEIR EFFICIENCY
INI INDUSTRIAL APPLICATIONS

S u m m a r y

Practical industrial application of the type THT free flowthrough pump, developed at the Central Mining Institute, provided the opportunity to assess both their advantages and their drawbacks. Although their efficiency is lower than that of conventional pumps an area for their useful application has been found.

Presented here are the lines of suggested future application for these free flowthrough pumps and also their particularly advantageous features together with examples of effective industrial application. Details are also given of types of free flowthrough pumps produced and their characteristic parameters.