

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202

02-222 Warszawa

Telefon 23-70-81

ZAKŁAD POMIARU PARAMETRÓW PRZEPŁYWU

074 Pracownia Fizyki Płynów A

Główny wykonawca inż. Sylwin Osipow

Wykonawcy

Konsultant

Nr zlecenia

U-22.03.01B

Paliwomierz zliczający do samochodów osobowych i dostawczych oparty na zmodyfikowanym czujniku przepływu.

Etap 8 - Badania uzupełniające

Zleciłodawca

plan koordynacyjny

Pracę rozpoczęto dnia 1.09.1982r.

zakończono dnia 30.11.1982

Kierownik Pracowni

Kierownik Zakładu

inż. Sylwin Osipow

DYREKTOR

prof. dr inż. St. Dwojak

mgr inż. St. Kołodziejski

11.01.1983

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 20

Egz. 1 BOINTE

rysunków 10

Egz. 2 DPQ

fotografii -

Egz. 3

tabel -

Egz. 4

tablic -

Egz. 5

załączników -

Egz. 6

Nr rejestr. 4947

Analiza deskryptorowa

PALIWOMIERZE : BADANIA LABORATORYJNE + CZUJNIKI PRZEPŁYWU

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera opis i wyniki badań czujników przepływu do paliwomierza ilorazowego PWL, modyfikowanych w zakresie niektórych parametrów konstrukcyjnych, celem uzyskania większej dokładności, szczególnie przy poddawaniu ich drganiom zgodnie z normą samochodową. Przedstawiono wykresy charakterystyk obrazujące wpływ drgań na czujniki niemodyfikowane oraz charakterystyki po modyfikacji ograniczonej parametrami współpracy z paliwomierzem ilorazowym PWL. Podano wnioski z przeprowadzonej modyfikacji i badań.

Tytuły poprzednich sprawozdań

- Dokumentacja konstrukcyjna nr.3536 paliwomierza zliczającego typu PZ-3.
- Program laboratoryjnych badań paliwomierza PZ-3 nr.rej.2455
- Sprawozdanie z etapu2 zlec.12.03.05 nr.rej.2525.
- Sprawozdanie z etapu 3 zlec.12.03.05 nr.rej.2714.
- Zestawienie wyników badań paliwomierza PZ-4. Etap. 6 zlec.12.03.05 /jest w DPQ/.
- Sprawozdanie z badań patentowych etap.7 zlec.22.03.01B nr.rej.PAT 5/81 .
- Sprawozdanie z badań eksploatacyjnych paliwomierza PWL-2 zlec.12.03.05 etap.10 nr.rej.2401
- Sprawozdania z badań pełnych paliwomierza ilorazowego PWL-2 nr.nr.rej. 2081, 2320, 2336, 2655, 2668, 2776, 4542.
- Sprawozdanie z etapu 8 zlec.22.03.01B nr.rej.4860

UKD

MERA-PIAP/TW 331/78 5000

681, 121, 8

2

S P I S T R E Ś C I

1. Wprowadzenie	str.3
2. Warunki i metodyka badań	str.3
3. Stanowiska do badań	str,5
4. Wybór czujników i charakterystyka modyfikacji	str.5
5. Charakterystyki czujników niemodyfikowanych	str.7
6. Charakterystyki czujników po modyfikacji	str.13
7. Wnioski z badań	str.19

1. Wprowadzenie.

W ramach etapu 8 prowadzone były prace zmierzające do uzyskania większej dokładności dla czujników przepływu typu 22Q/25, koniecznej dla wykorzystania tych czujników do celów zliczania paliwa w samochodach z silnikami benzynowymi. Czujnik 22Q/25 pochodził od paliwomierza ilorazowego typu PWL-2/25. W toku trwania badań tego czujnika w ramach pracy nad paliwomierzem ilorazowym, jak i w ramach prac wstępnych w niniejszym temacie /zlec.12.03.05 a potem 22.03.01B/ uzyskano wyniki stwarzające nadzieję na możliwość takiej modyfikacji, która pozwoliła by uzyskać dokładności, konieczne i możliwe do przyjęcia przez użytkowników przy zliczaniu paliwa. Dokładniejszy opis sprawy znajduje się w sprawozdaniu z etapu 8, nr.rej.4860. Wyniki prac opisanych w tym sprawozdaniu okazały się negatywne, wobec wymagań postawionych dla celów zliczania.

Prowadzone w etapie 8 badania sugerowały możliwość podniesienia dokładności czujników 22Q/25 stosowanych do paliwomierza ilorazowego. Dlatego też na podstawie polecenia DN wniesionego do protokołu odbioru etapu 8 / z dnia 5.08.82r./ rozpoczęto niniejszą pracę, która ma być ostatnim etapem zamykającym zlecenie 22.03.01B.

Zadanie postawione poleceniem DN zostało sformułowane następująco: "Zbadanie 5-ciu czujników przepływu, z jednakowymi zmianami konstrukcyjnymi, celem stwierdzenia możliwości podniesienia dokładności czujnika do paliwomierza ilorazowego PWL

2. Warunki i metodyka badań.

Badania przeprowadzone w etapie 8 wykazały wpływ drgań na właściwości metrologiczne czujnika /na kształtowanie się charakterystyki, będącej zależnością stałej czujnika od strumienia objętości paliwa/. Wpływ drgań został wykazany w czasie badań eksploatacyjnych oraz laboratoryjnych. Zgodnie z normą PN-72/S-76001 czujniki powinny być odporne /tzn. mają działać prawidłowo/ w warunkach drgań o częstotliwości od 5 do 100Hz, wg normy znowelizowanej z roku 1977

od 20 do 100 Hz. Amplitudy tych drgań wyznaczone są wymaganymi przyspieszeniami, mianowicie 5g w przypadku zamocowania czujnika na nadwoziu, oraz 15g przy zamocowaniu na silniku. Dane te dotyczą samochodów osobowych.

Zastosowana w pracach etapu 8 metodyka pracy polegała na wprowadzeniu zmian konstrukcyjnych zmierzających do poprawienia dokładności czujnika, a następnie potwierdzeniu ich skuteczności poprzez określenie charakterystyki na przepływowym stanowisku laboratoryjnym, oraz potwierdzeniu tej dokładności poprzez badanie eksploatacyjne /dokładny opis w sprawozdaniu nr.rej.4860/. W trakcie tych ostatnich badań stwierdzono znacznie intensywniejszy niż dotychczas wykazywano, wpływ drgań. Przeprowadzono więc dalsze zmiany konstrukcyjne, a efekty sprawdzono poprzez badanie eksploatacyjne i badanie laboratoryjne przy jednoczesnym mechanicznym pobudzaniu czujnika do drgań.

W obecnych badaniach zastosowano taką samą metodykę, lecz opartą na ustalonych już w etapie 8, skutecznych sposobach zmniejszenia wpływu drgań na działanie czujnika. Są to następujące sposoby:

- a/ powiększenie średnicy dyszy;
- b/ realizacja głównego hamowania linearyzującego, poprzez hamownice umieszczone na stropie komory czujnika, gdzie dotychczas w ogóle hamowania nie było;
- c/ zmniejszenie lub likwidacja całkowita hamowania na dnie komory.

Geneza jak również i skutki fenomenologiczne, tych sposobów omówiono dokładnie w sprawozdaniu z etapu 8. Obecna metodyka różniła się jedynie tym, że zgodnie z poleceniem DN z dnia 5.08.82r. nie zastosowano sprawdzenia poprzez badanie eksploatacyjne.

Wymienione powyżej sposoby nie określają zakresu proponowanych zmian, gdyż musi to być wyznaczone na drodze kolejnych przybliżeń dla konkretnych warunków. Zadanie to stanowiło główną część prowadzonych badań i wymagało wykonania dużej ilości pomiarów na stanowisku przepływowym.

3. Stanowisko do badań.

Początkowe badania prowadzono przy użyciu stosowanego już od wielu lat benzynowego stanowiska przepływowego uzupełnionego o wibrator mechanicznie poddający drganiom czujnik. Wibrator ten oparty na laboratoryjnym napędzie uległ uszkodzeniu wobec czego skonstruowano i wykonane nowy specjalistyczny wibrator o kierunku pionowym, umożliwiający zadawanie kilku wartości amplitud wraz z dokładnym cyfrowym pomiarem i ręczną nastawą częstotliwości. Wybór wyłącznie drgań pionowych stanowi przybliżenie, gdyż uważano, że ten kierunek występuje jako najistotniejszy. Zbadanie słuszności tego założenia jest niezwykle trudne i w kraju jeszcze nie wykonane.

Trzeba też dodać, że wstrząsarki posiadane w Instytucie nie spełniały naszych wymagań tak technicznych jak i BHP, wobec czego własny specjalistyczny wibrator stał się koniecznością.

Z posiadanych możliwości różnych częstotliwości i kilku różnych amplitud /wymienne krzywki/ wybrano dwie charakterystyczne częstotliwości, gdyż badania przy większej liczbie amplitud i częstotliwości przekraczały swoją pracochłonnością możliwości pracowni. Brano tu również pod uwagę obserwacje eksploatacyjne oparte na porównaniu wyników w różnych warunkach. Drgania nadwozia występujące w eksploatacji mają częstotliwości niskie, rzędu 20 Hz. Oczywiście amplitudy są w tym wypadku dość duże /przy 5g i 20 Hz amplituda wynosi 3,4 mm/. Drgania elementów związanych z silnikiem mają częstotliwości wynikające przede wszystkim z obrotów silnika. Jeśli np. na 1 obrót wału wypada jedno dwukierunkowe wychylenie, to przy 3000 obr/min częstotliwość wynosi 50 Hz. Dopasowując się do posiadanej krzywki dającej amplitudę $A=0,6$ mm, stosowano dla 5g częstotliwości 45,5 Hz, co odpowiada przeciętnej prędkości obrotowej silnika .

4. Wybór czujników i charakterystyka modyfikacji.

Biorąc pod uwagę, że przedmiotem badań są czujniki przepływu przeznaczone do współpracy z paliwomierzem ilorazowym, którego produkcja przygotowywana jest w BIAZET, konieczne było przeprowadzenie badań przy użyciu czujników próbnych, wykonanych właśnie w tych Zakładach i oznaczonych symbolem 23Q/25. Jest to tym bardziej

uzasadnione, że czujniki te mają wprowadzone zmiany technologiczno-konstrukcyjne w stosunku do czujnika 22Q/25 wykonanego poprzednio w ZD-PIAP oraz w KFAP. Najistotniejsze zmiany są następujące:

- a/ Przesłona /cylinderek/ wykonana jest z tworzywa lżejszego niż poprzednio. Stwarza to większą łatwość unoszenia wirnika do góry pod wpływem pionowo przemieszczającego się strumienia cieczy. Przez to zmieniają się warunki dynamicznego odpychania wirnika uzyskane dzięki zastosowaniu górnego hamowania.
- b/ Dysza w czujniku 23Q/25 ma średnicę 2,0 mm, a nie 2,2 mm jak w 22Q/25. Zrobione to w celu uzyskania wyższej stałej "K" czujnika. Stąd wynika ograniczenie zastosowania sposobu podanego w p.2a. Ograniczenie to ma bardzo, w tym wypadku, istotne znaczenie, gdyż jak wykazały badania z etapu 8, powiększenie dyszy /w tym wypadku 3,2 oraz 4,0 mm/ w wydatny sposób zmniejsza wpływ drgań, ale równocześnie obniża stałą czujnika. Tu zaś znaczne obniżenie stałej jest niedopuszczalne. Dlatego też zwiększenie δ dyszy mogło być bardzo niewielkie.
- c/ Czujnik 23Q/25 posiada nakładany, z uszczelnieniem poprzez O-ring, króciec, który ma pewien luz powodujący możliwość niewielkiego przechylenia się. Jest to powodem zwiększenia amplitudy drgań przy wpadnięciu w rezonans, co zostało zaobserwowane wizualnie w postaci zwiększonej amplitudy drgań króćca i części czujnika od strony króćca. Zwiększona zaś amplituda przy danej częstotliwości powoduje zwiększone przyspieszenia.

Czujniki typu 23Q/25 uzyskano tylko w ilości 3 szt. Oznaczone były numerami 6, 7., 8. Dla uzyskania większej ilości informacji nie zrezygnowano z badań 5 sztuk i pozostałe 2 czujniki wzięto z posiadanych jeszcze niewielu egzemplarzy typu 22Q/25.

Dysponując ograniczoną ilością czujników przeprowadzano modyfikację stopniowo badając, a następnie zatrzymując się na ostatniej zmianie. Szczególnie dotyczyło to średnicy dyszy, gdyż tutaj nie było możliwości powrotu do średnicy mniejszej. W przypadku wielkości szczelin między hamownicami a wirnikiem sprawa była łatwiejsza i możliwości zmian w obu kierunkach były możliwe. Odnosnie hamowania dolnego warto zwrócić uwagę, że w przypadku niemożliwości znacznego powiększenia średnicy dyszy, całkowita likwidacja hamo-

wania dolnego okazała się niekorzystna, ograniczono się tylko do zmniejszenia go.

W sprawozdaniu niniejszym nie załączono wyników badań przejściowych, dla przejrzystości bowiem umieszczono tylko charakterystyki czujników niemodyfikowanych oraz charakterystyki czujników po zakończeniu modyfikacji. Dane z badań przejściowych znajdują się w materiałach badawczych.

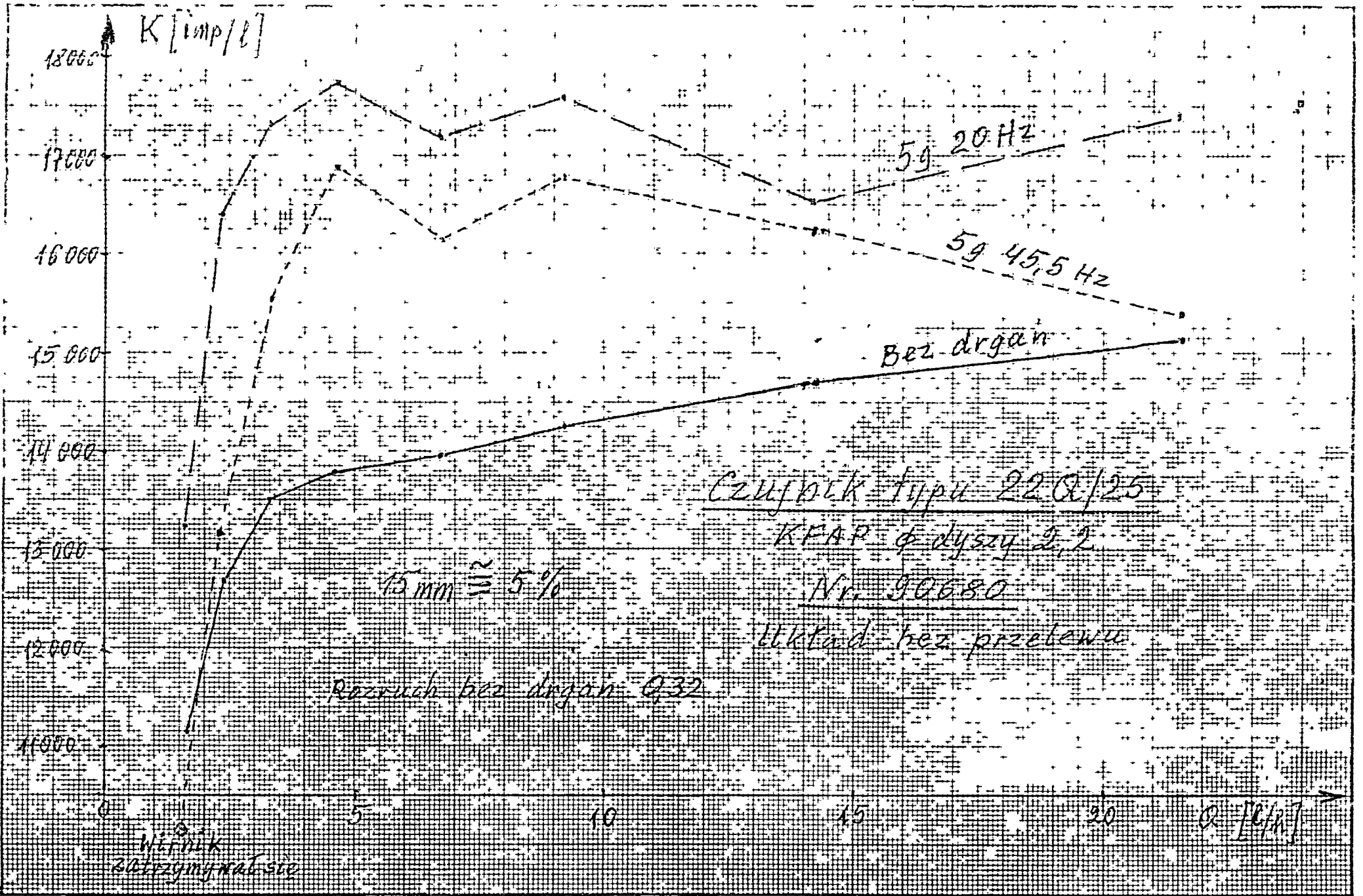
5. Charakterystyki czujników niemodyfikowanych.

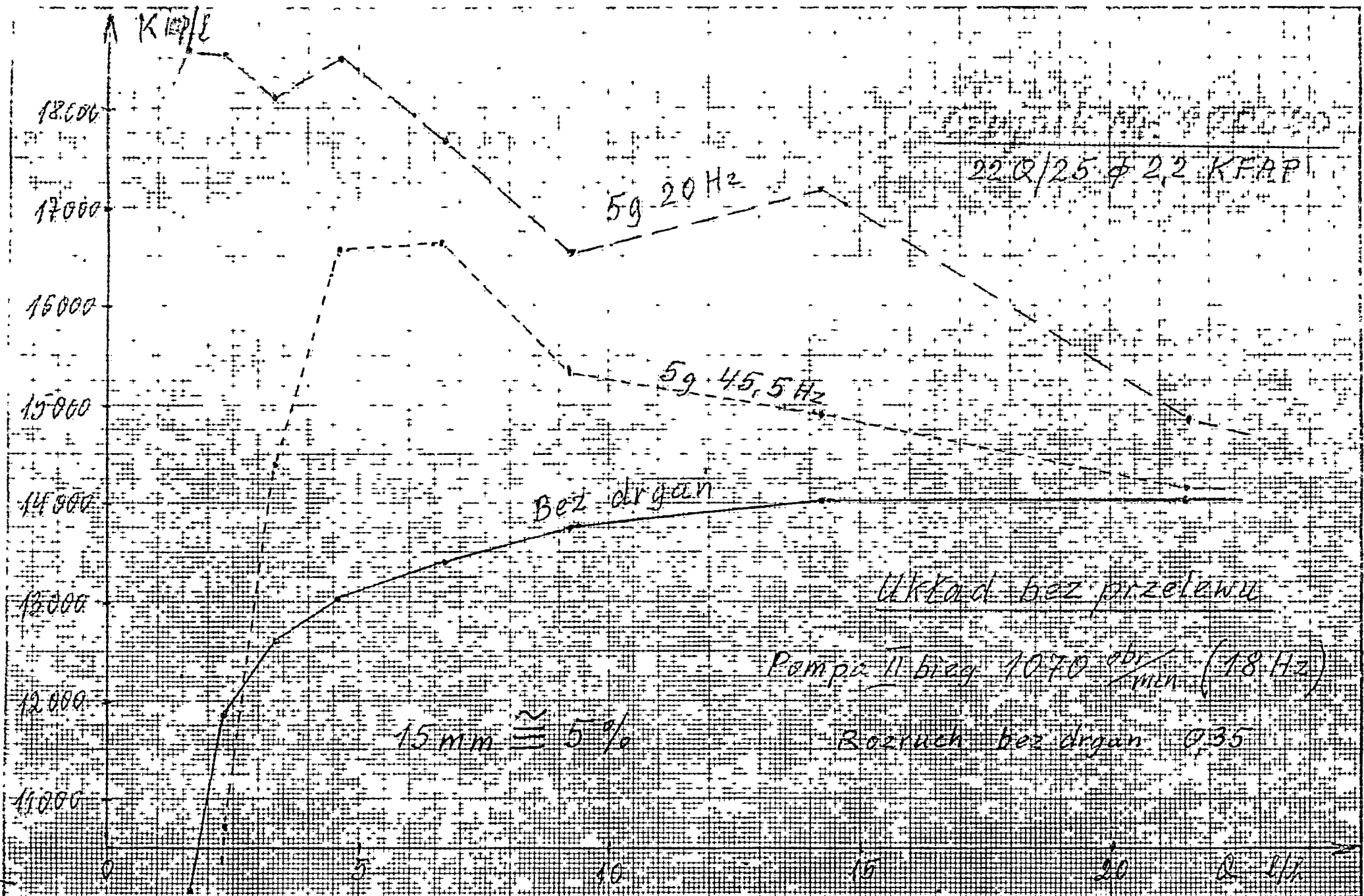
Na następujących pięciu stronach pokazano wykresy charakterystyk czujników ~~przez~~ przed modyfikacją. Na każdym wykresie podana jest wartość rozruchu tylko w stanie bez drgań, ponieważ podczas drgań o tak dużych przyspieszeniach czujnik podaje impulsy również i przy braku przepływu.

W trakcie eksploatacji przyspieszenia o wartości 5g prawdopodobnie praktycznie nie występuje. Opinię taką można wydać na podstawie porównania wyników eksploatacyjnych z laboratoryjnymi jakie uzyskano w etapie 8. Odniesć to należy tylko do nadwozia, gdyż w czasie tamtych badań czujniki 22Q/25 mocowane były tylko do nadwozia.

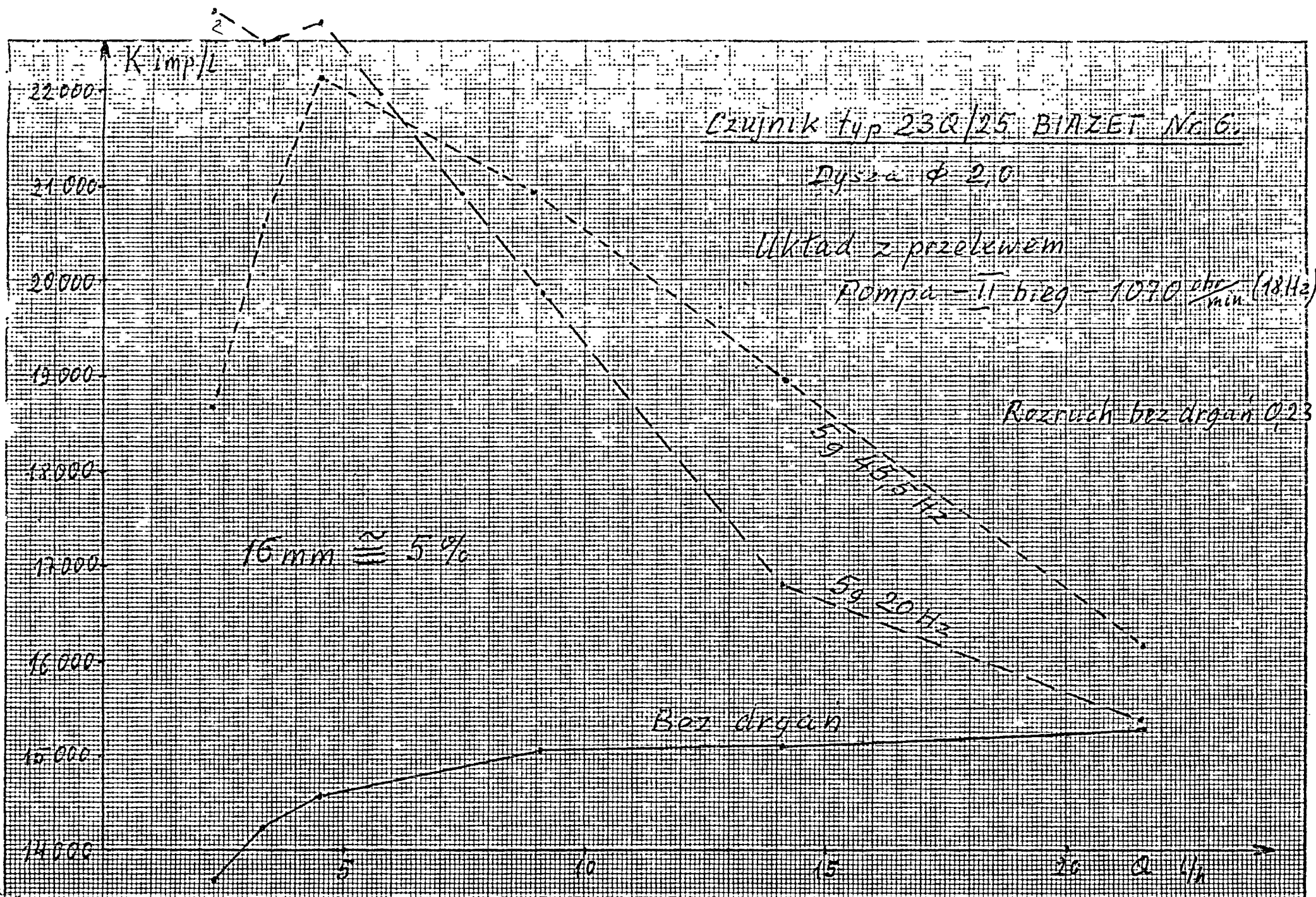
Wśród demonstrowanych wykresów warto zwrócić uwagę na zjawisko chwilowego zatrzymywania się wirnika przy badaniu na najmniejszym przepływie. Występuje to w czujniku nr.90680 przy częstotliwości 45,5 Hz. Prawdopodobnie wirnik wpadał w rezonans i uderzał o żarówkę nieosiowo, chwilowo zatrzymując się. Takie samo zjawisko lecz ograniczone do przyhamowania zaistniało prawdopodobnie również w czujniku nr.7.

Jak wykazano w etapie 8, czujniki typu 22Q/25 wykazywały podobne charakterystyki przy przelewie jak i bez przelewu. Dlatego wykresy dla tych czujników podane są w układzie bez przelewu. Czujniki zaś 23Q/25 pracują w swoim zasadniczym założeniu z przelewem i dlatego tylko w tym układzie zostały przedstawione ich charakterystyki.

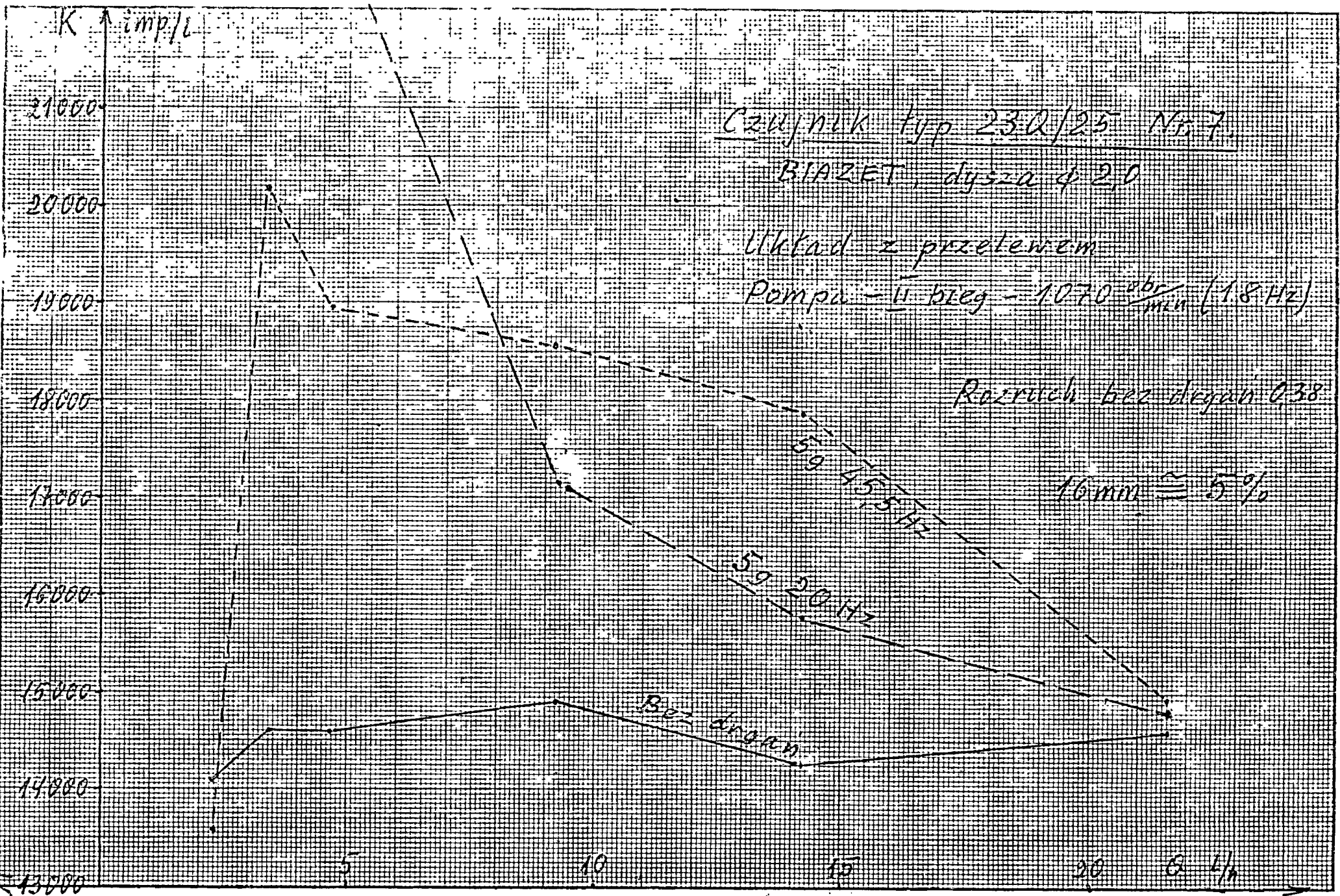




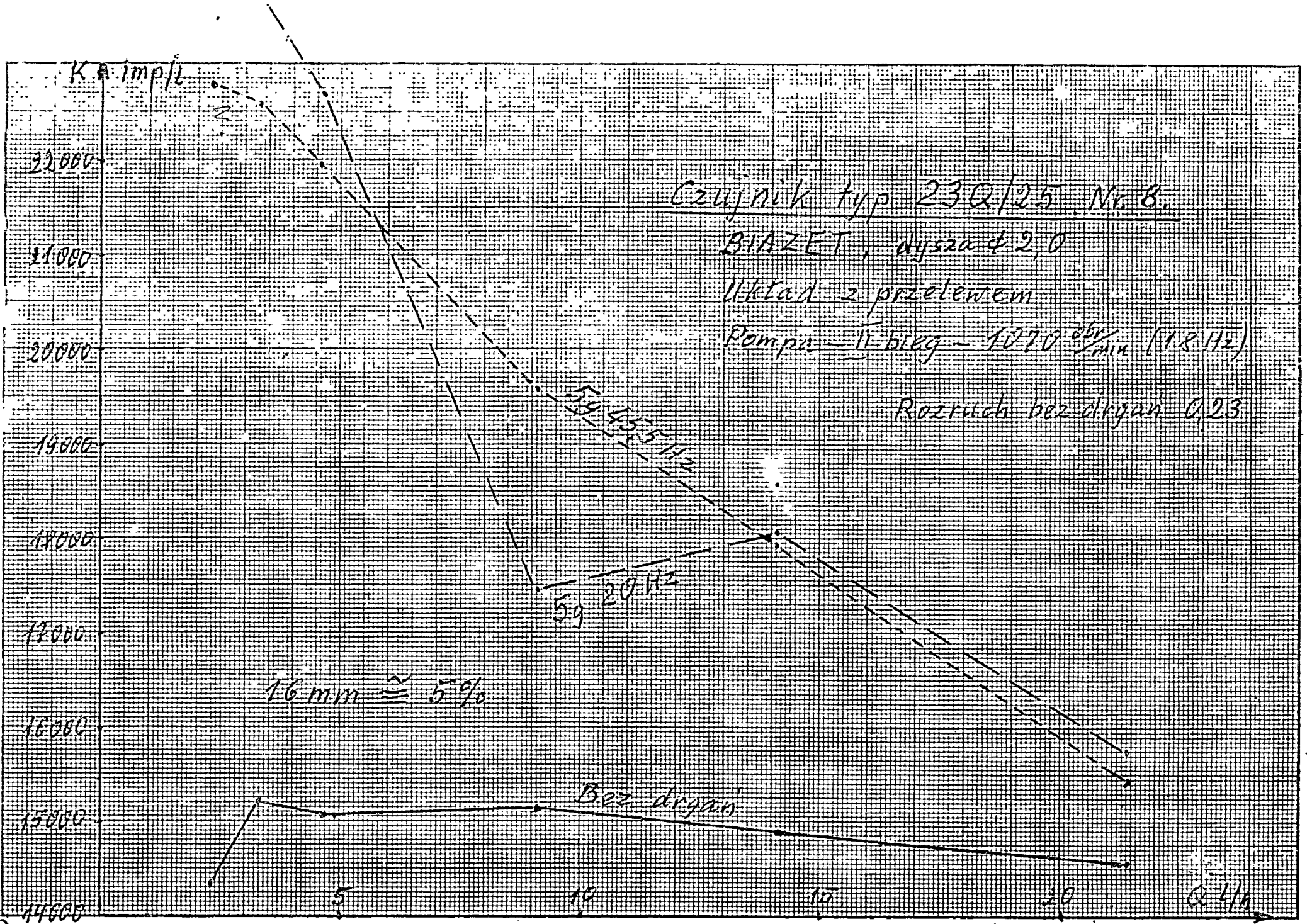
MF



20



31



6. Charakterystyki czujników po modyfikacji.

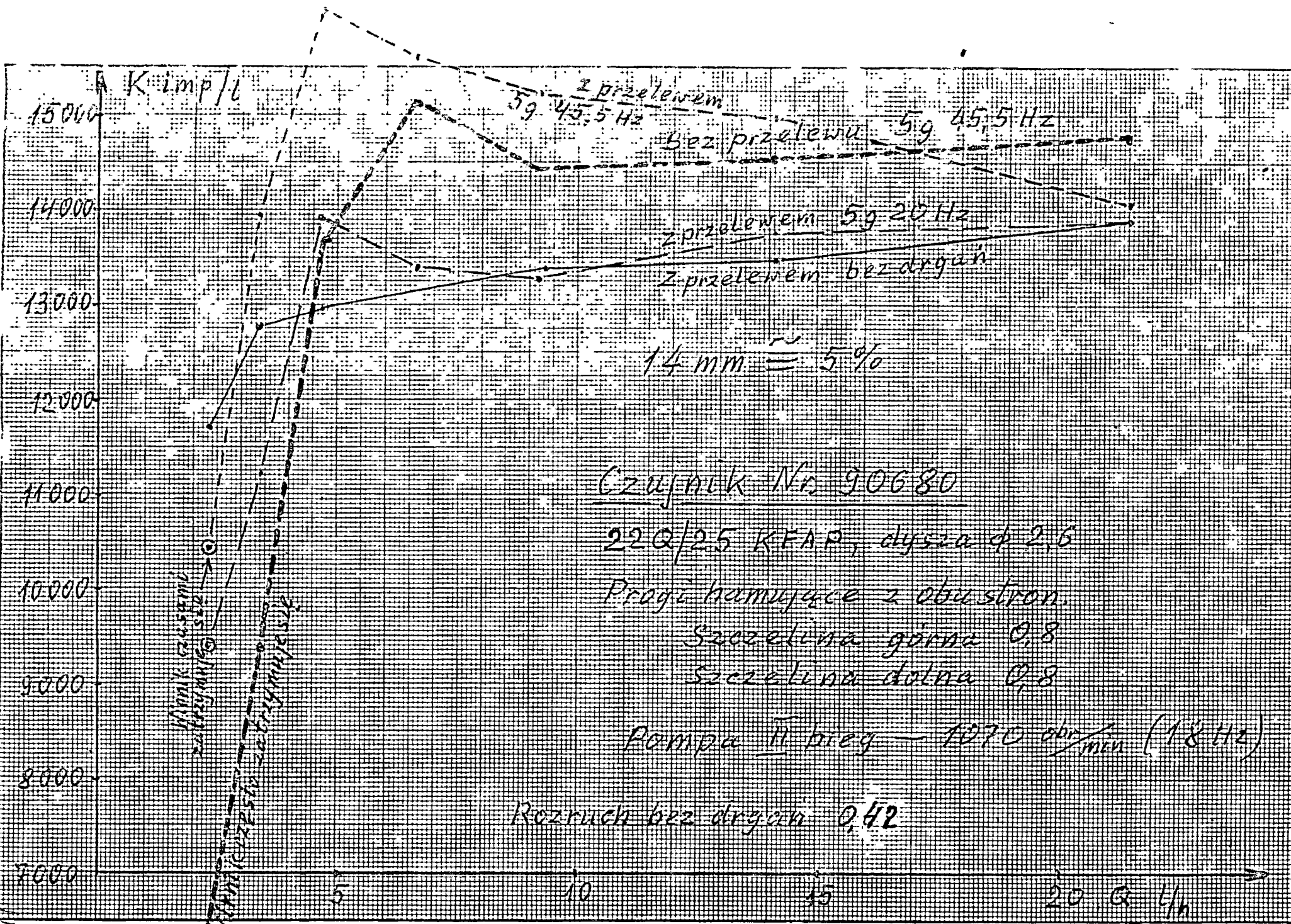
Przedstawione na następnych pięciu stronach charakterystyki czujników stanowią efekt ostateczny badań po zakończeniu modyfikacji. Wyników badań przejściowych w niniejszym sprawozdaniu nie umieszczono, znajdują się one w materiałach badawczych /teczki poszczególnych czujników/.

Wykresy dla czujników 22Q/25 przedstawiono w układzie z przelewem i bez przelewu. Czujnik Nr.400680 w obu układach pełnych, a czujnik Nr.90680 we fragmentach reprezentatywnych.

Na charakterystyce czujnika nr.90680 występuje zatrzymywanie się wirnika przy najmniejszym przepływie i przy wszystkich drganiach. Prawdopodobnie jest to wywołane podrzucaniem wirnika do góry tak silnie, że zaczepia on o górne hamownice. Wyjaśnić tu należy, że dzięki umieszczeniu wkładki z hamownicami na stropie komory, wirnik nie może już oprzeć się cylinderkiem o żarówkę. Zjawiska tego nie zauważono w czujniku nr.400680, a jeśli istniało, by ono tylko w formie przyhamowania / bez zatrzymania/, to tylko w systemie bez przelewu. To samo występuje również w czujniku nr.7 przy 45,5 Hz. Niestety w ramach przeprowadzonej pracy nie udało się tego zjawiska wyjaśnić szczegółowo i jednoznacznie.

Ostateczne modyfikacje czujników są następujące:

- a/ średnicę dyszy powiększono do 2,6 mm,
- b/ progi hamujące umiejscowiono z obu stron, przyczym w dole 4 progi, a w górze 6 progów /wirnik ma 5 skrzydełek/,
- c/ wielkości szczelin pomiędzy wirnikiem i hamownicami wynoszą - w górze 0,8 mm i w dole 0,8 mm.



15

A Kimp/l

14mm \cong 5%

Czujnik Nr. 400680

22 Q/25 KFAP, dysza ϕ 2,6

Prąże hamujące z obu stron

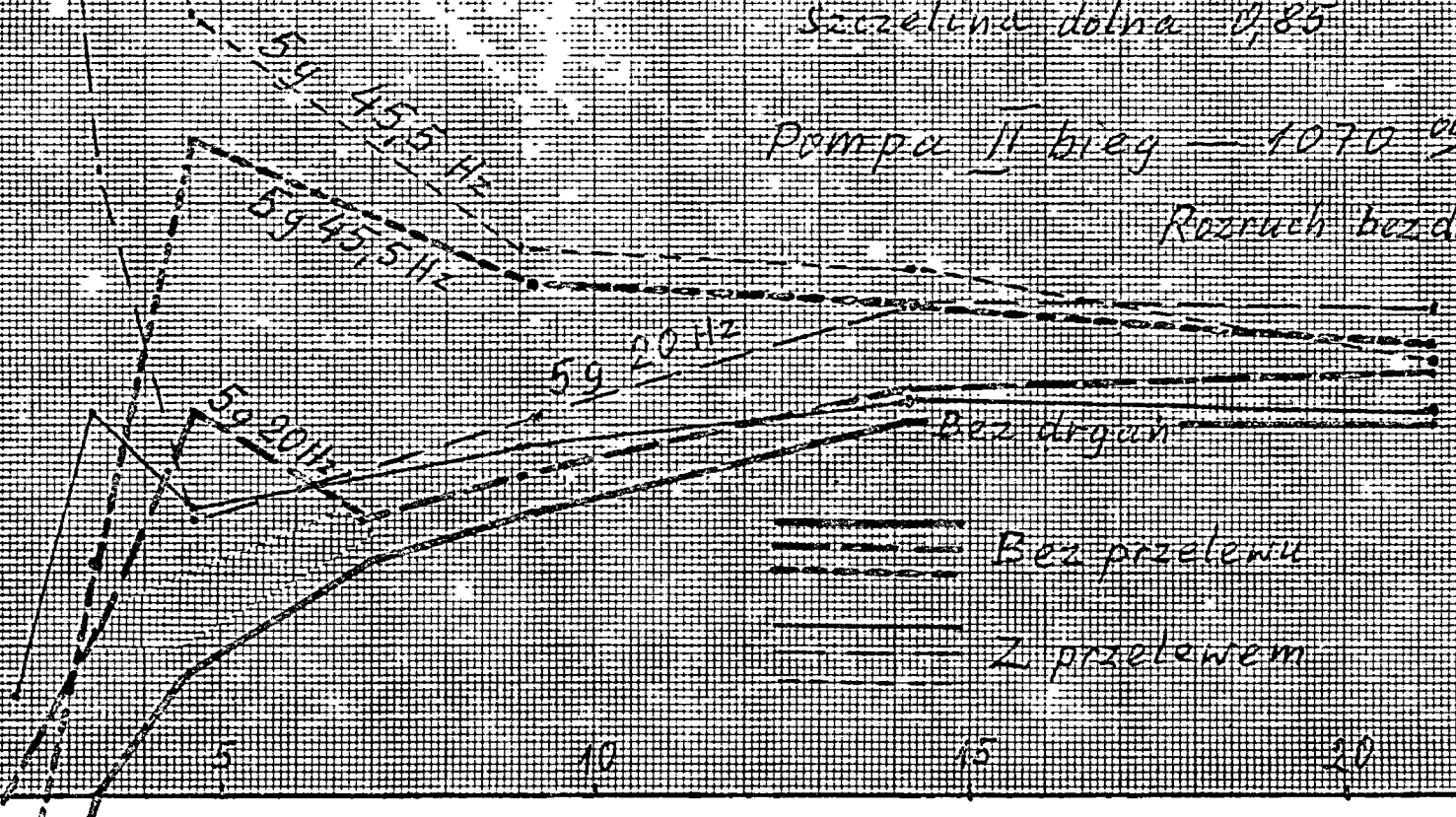
Szczelina gorna 0,8

Szczelina dolna 0,85

Pompa II bieg — 1070 $\frac{obr}{min}$ (18 Hz)

Rozruch bezdrgan 0,62

19000
18000
17000
16000
15000
14000
13000
12000
11000



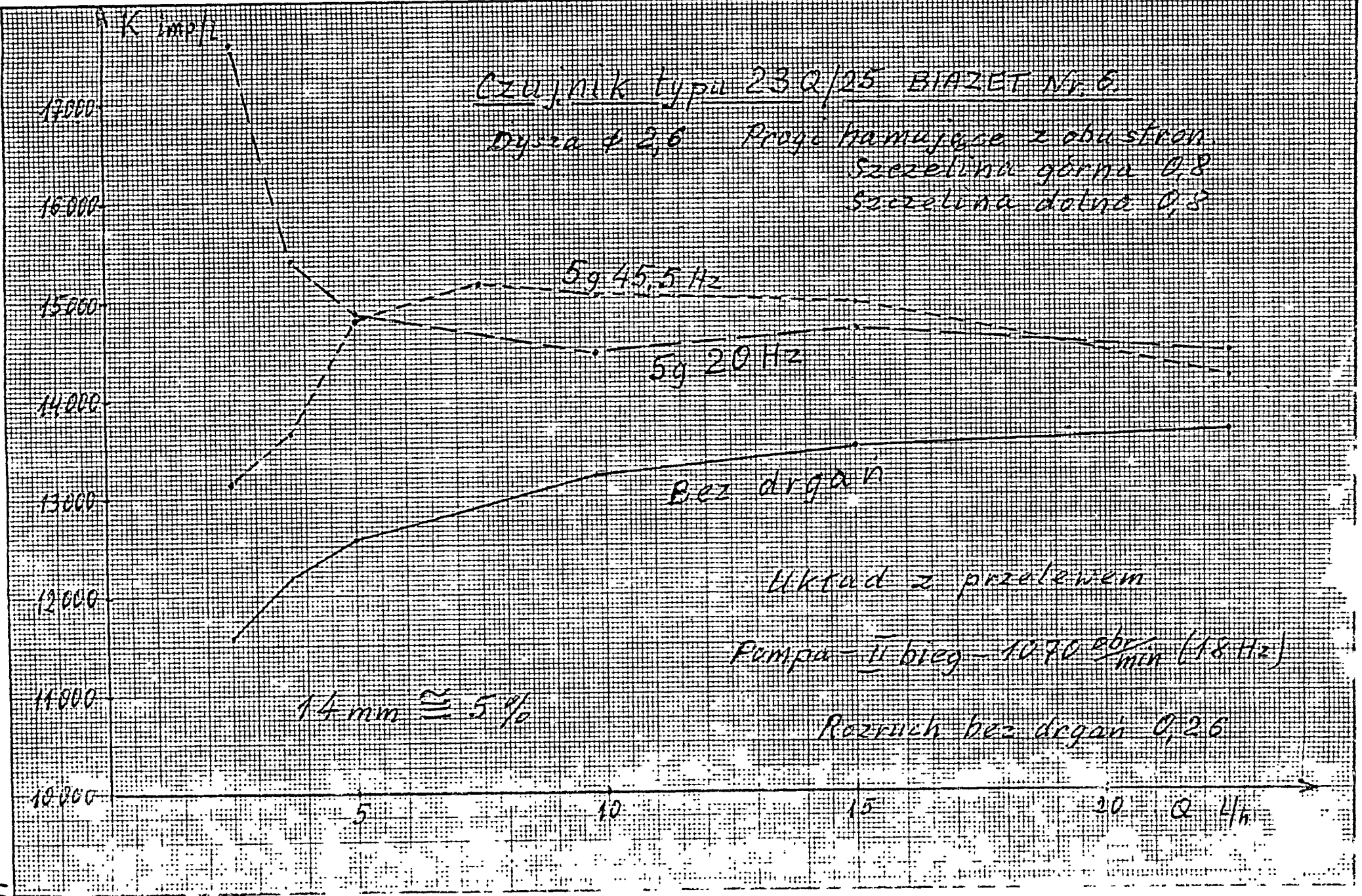
Bez przelawu

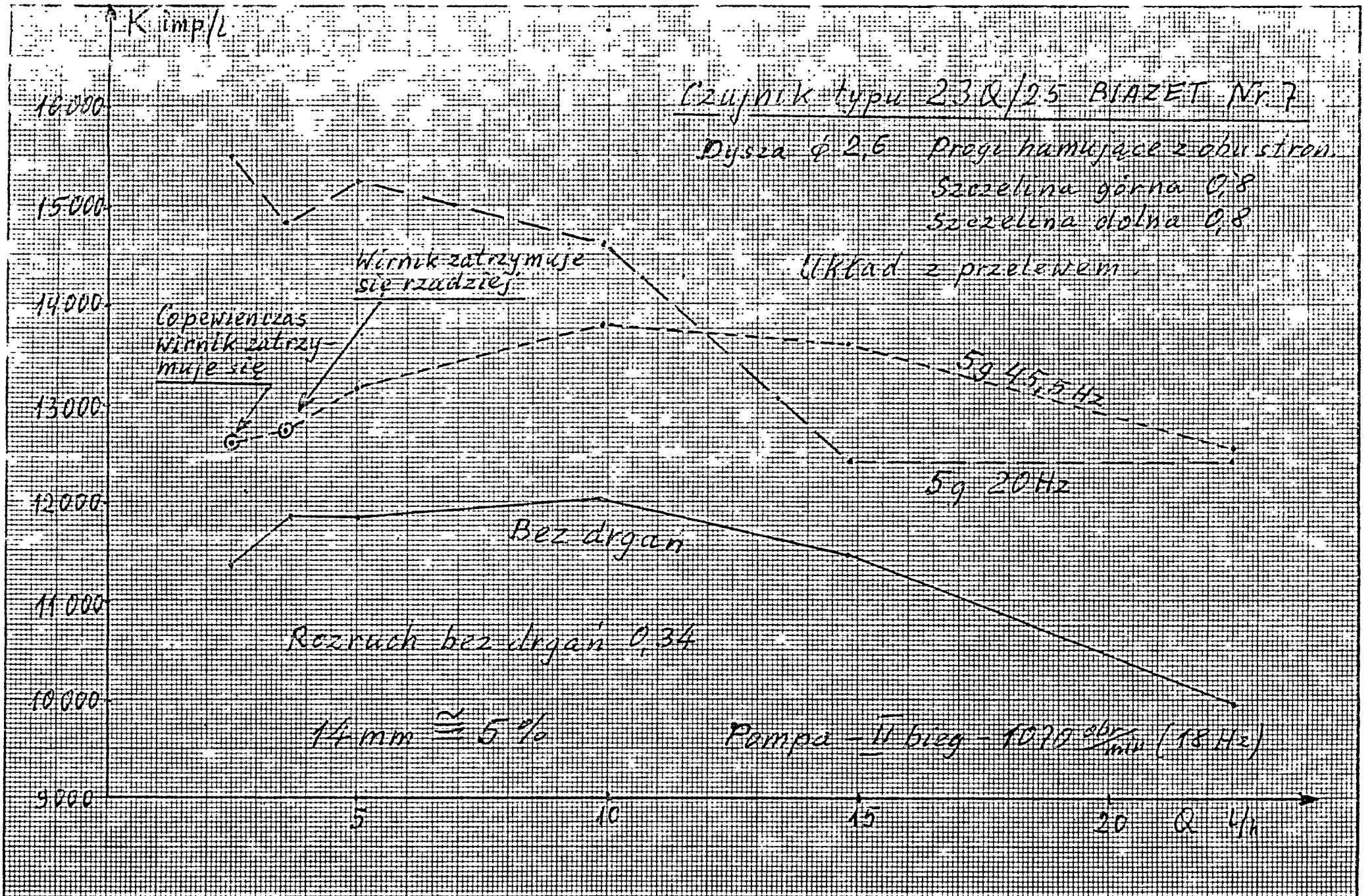
Z przelawem

16

Q l/h

17





18

K imp/l

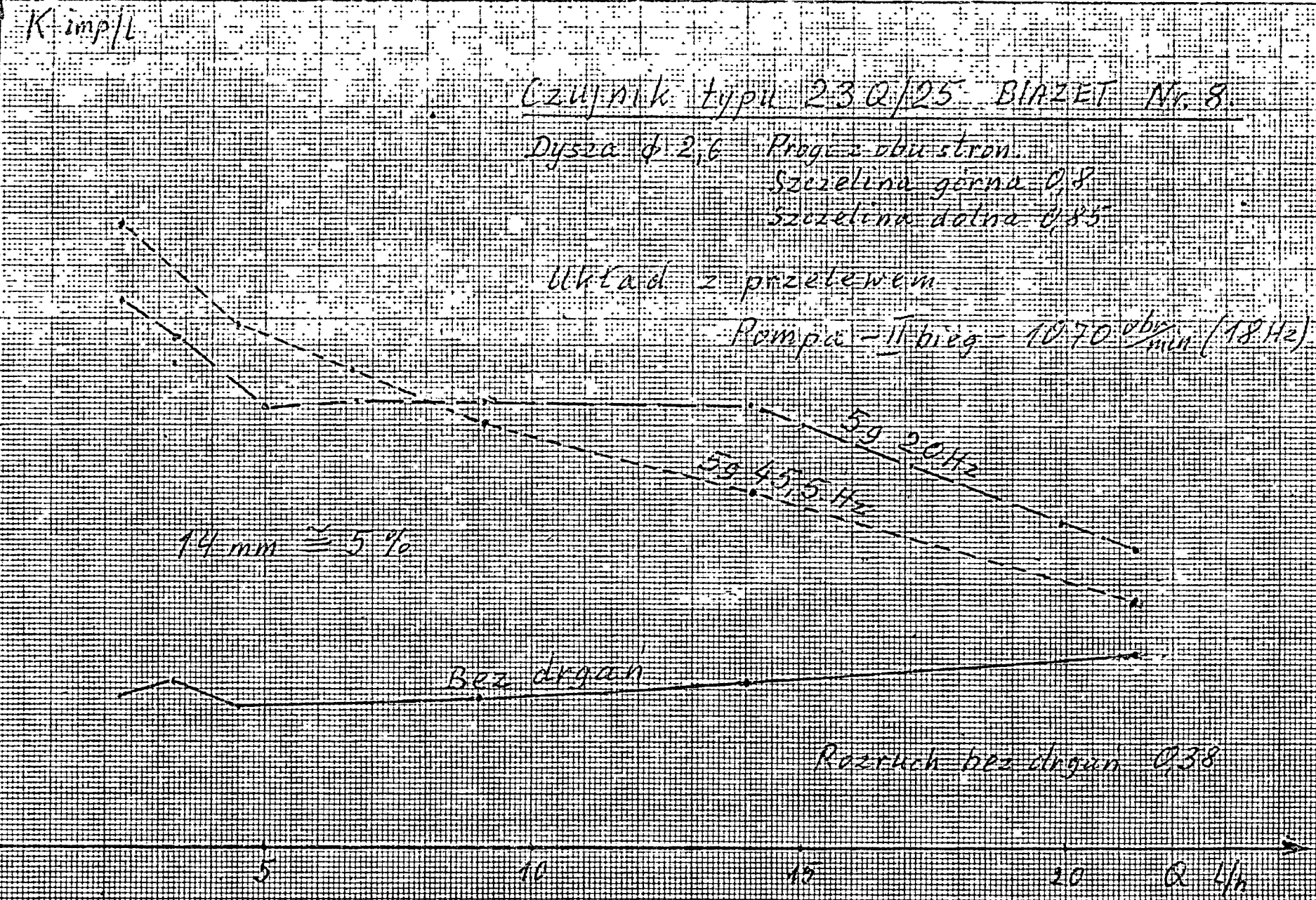
Czujnik typu 23 Q/25 BIAZET Nr. 8

Dysza ϕ 2,6 Próg z obu stron
Szczelina górna 0,8
Szczelina dolna 0,85

Wkład z przetwornicą

Rampa - 1 bieg - 1070 obr/min (18 Hz)

18000
17000
16000
15000
14000
13000
12000
11000



14 mm \approx 5%

Bez drgań

Rozruch bez drgań Q38

6K

7. Wnioski z badań.

7.1. Stwierdzenia w wyniku badań, modyfikacji oraz doświadczeń eksploatacyjnych.

- a/ Wprowadzona modyfikacja zmniejszyła [] wpływ drgań na kształtowanie się charakterystyki czujnika.
- b/ Pomimo znacznej poprawy, nie ma możliwości spełnienia, postawionych w początkowych WT, wymagań odnośnie dokładności czujnika $\pm 4\%$ w granicach strumienia objętości 4 do 16 l/h.
- c/ W warunkach eksploatacyjnych czujnik nigdy nie pracuje bez drgań.
- d/ Drgania o częstotliwości 20 i 45 Hz przy przyspieszeniu 1g nie mają wpływu na charakterystykę, a przy przyspieszeniach 3g wykazują wpływ mniejszy niż przy 5g. /Vide badania w et. 8
- e/ Z obserwacji i porównania wyników eksploatacyjnych i laboratoryjnych wynika, że podczas jazdy po bardzo złej drodze /np. po bruku/ przyspieszenia na nadwoziu samochodu sięgają 5g tak jak to określa norma. Jednak częstotliwości tych drgań jak wynika z obserwacji są niskie, w dolnym zakresie przewidzianym przez normę. Podczas jazdy po gładkiej drodze na podstawie obserwacji i porównań wnioskować można, że przyspieszenia wynoszą około połowy wartości maksymalnej.
- f/ Częstotliwość drgań silnika i elementów przy nim zawieszonych są wyższe - rzędu 35 - 60 Hz, co odpowiada obrotom silnika od 2200 do 3600 obr/min. Przyspieszenia występujące na silniku wg normy samochodowej PN-77/S-76001 dochodzą do 15g. Czujnik przepływu zawieszony na elastycznym węźle na silniku podlega drganiom silnika oraz drganiom nadwozia, lecz przyspieszeń jakim podlega czujnik bez konkretnych pomiarów nie da się określić nawet orientacyjnie.
- g/ ^g Szczególne egzemplarze czujnika nie są ~~jednolite~~ jednolite pod względem właściwości metrologicznych, pochodzą one bowiem z wykonawstw wstępnych /BIAZET/. Lepsze rozpoznanie co do jednorodności uzyskać można dopiero po wykonaniu partii próbnej czujników.

7.2. Propozycje działań w odniesieniu do czujnika przepływu.

- a/ Dla uzyskania reprezentatywnego materiału, konieczne jest przeprowadzenie badań na większej partii czujników przepływu.
- b/ Jeśli ta większa partia czujników, w badaniach na drgania, okaże się jednorodna to proponuje się wniesienie poprawek konstrukcyjnych takich jak w p.6 a, b, c i przeprowadzenie badań.
- c/ W przypadku pozytywnych rezultatów wg p.b/ proponuje się zmianę konstrukcyjną umożliwiającą nastawę denka komory /w/g rys.Zsp2-3652/ w kierunku osiowym /rzędu $\pm 0,1$ mm/ celem uzyskania żądanej stałej "K" poprzez zmianę szczeliny górnej.
- d/ W przypadku pozytywnych wyników wg p. b/ proponuje się przyjmowanie stałej czujnika zwiększonej o określoną doświadczalnie procentową wartość w stosunku do stałej statycznej /bez drgań/ przy przepływie 8 l/h. Równocześnie zajdzie przy tym konieczność rozszerzenia granic dopuszczalnego błędu stałej.