

PIOTR DRYSZ, ADAM KANTOR, EDWARD NYCZ
Zakłady Wytwórcze Sprzętu Sieciowego
Bielsko-Biała

WŁAŚCIWOŚCI ZASILANIA ELEKTRYCZNEGO ODPYLACZY ELEKTROSTATYCZNYCH

Streszczenie. Wprowadzenie. Charakterystyki prądowo-napięciowe elektrofiltru. Urządzenia zasilające elektrofiltry. Transduktor prądowy jako regulator napięcia zasilania elektrofiltru. Praca zespołu zasilającego elektrofiltr i niektóre nieprawidłowości tej pracy. Układy automatyki zespołów zasilających elektrofiltry. Tendencje rozwojowe w budowie zespołów zasilających elektrofiltry. Wnioski.

Wprowadzenie

Odpylacz elektrostatyczny, czyli elektrofiltr jest urządzeniem służącym do oczyszczania powietrza, spalin lub innych gazów z zawieszonych w nich pyłów. Zanieczyszczony gaz przepływając w elektrofiltrze wzdłuż rzędów elektrod, w silnym polu elektrycznym między ujemnej biegunowości elektrodą ulotową a uziemioną elektrodą zbiorczą, poddany zostaje intensywnemu procesowi jonizacji, przy czym wytworzone elektrony osiadając na cząstkach pyłu transportują je do elektrody zbiorczej, gdzie osadzone pyły są strzepywane do lejów zbiorczych a następnie odprowadzane na zewnątrz elektrofiltru.

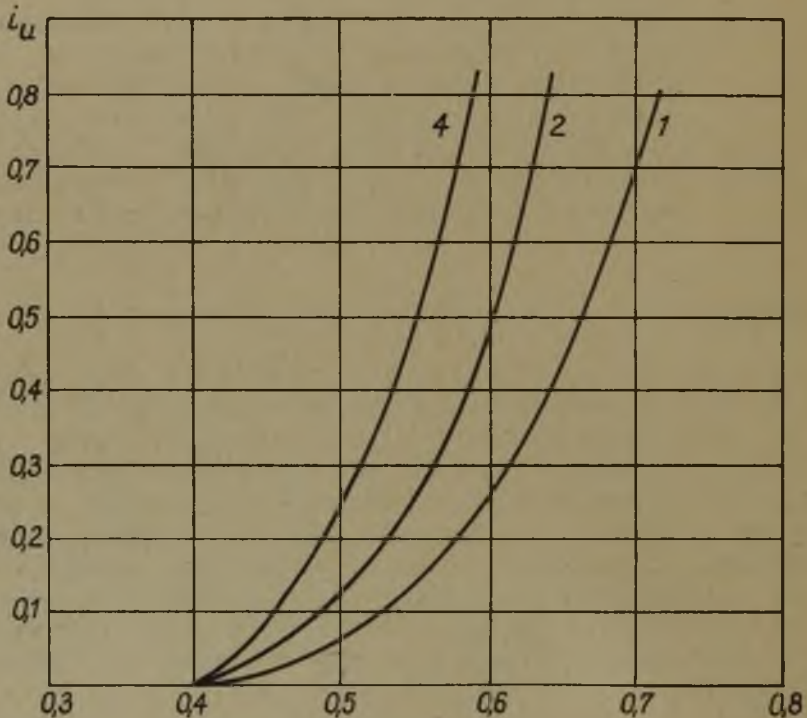
Sprawność odpylania, czyli stosunek ilości wytraconych w elektrofiltrze pyłów do całkowitego zanieczyszczenia gazu na wlocie, uwarunkowana jest niezależnie od względów konstrukcyjnych elektrofiltru i właściwości fizykochemicznych pyłu również wielkością natężenia pola elektrycznego między elektrodami oraz ilością swobodnych elektronów w prze-

strzeni międzyelektrodowej - czyli funkcją napięcia przyłożonego na elektrodę ulotową elektrofiltru i wielkością prądu płynącego w elektrofiltrze.

Charakterystyki prądowo-napięciowe elektrofiltru

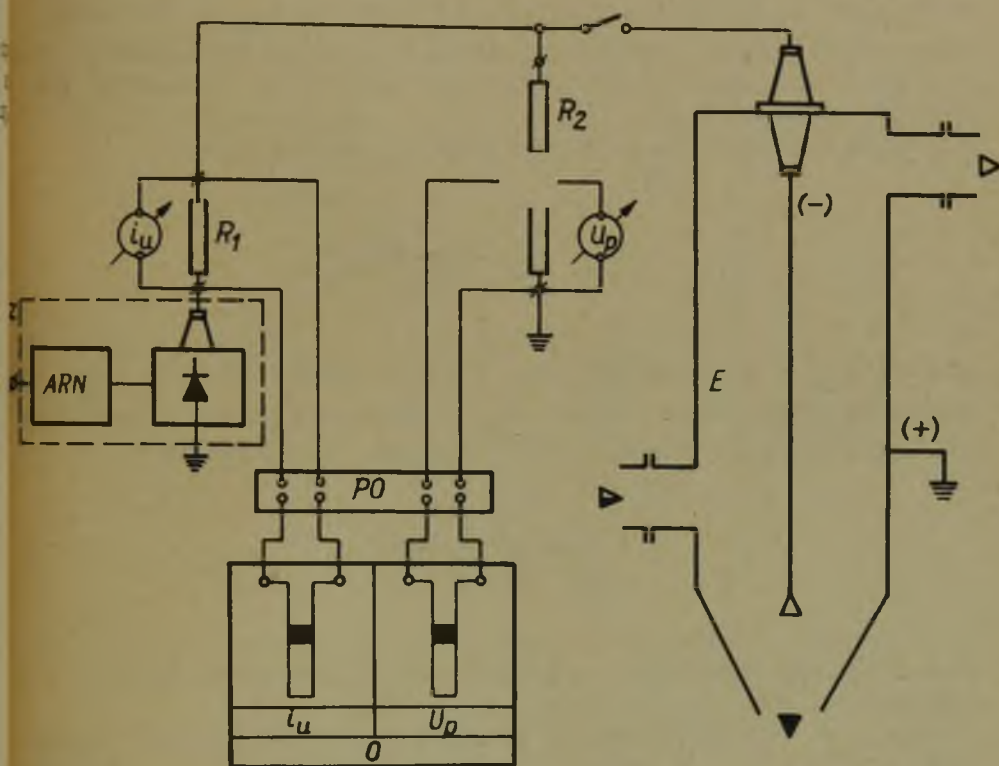
Charakterystyki prądowo-napięciowe podają zależność prądu ulotu od wielkości napięcia przyłożonego między elektrody elektrofiltru.

Wyróżnić należy charakterystyki dla elektrofiltru czystego, to jest wypełnionego powietrzem atmosferycznym oraz dla elektrofiltru, przez który przepływają odpylane gazy.



Rys. 1. Przykładowe charakterystyki prądowo-napięciowe elektrofiltru dla powietrza dla jednej sekcji oraz dwóch i czterech sekcji równolegle połączonych

Przykładowe charakterystyki prądowo-napięciowe elektrofiltru wypełnionego powietrzem podano na rys. 1, przy czym zależność prądu ulotu od napięcia wyprostowanego pomierzona została dla jednej, dwóch i czterech sekcji elektrofiltru równolegle połączonych. Schemat elektryczny układu do pomiaru tychże charakterystyk podano na rys. 2.



Rys. 2. Schemat układu do pomiaru charakterystyk prądowo-napięciowych elektrofiltru

Objaśnienia: Z - zespół zasilający; i_U - pomiar prądu ulotu; R_1 - boczniak miliamperomierza; U_p - pomiar napięcia pracy elektrofiltru; R_2 - dzielnik napięcia; E - elektrofiltr; PO - przystawka oscylograficzna; O - oscylograf pętlkowy

Na podstawie szeregu dokonanych pomiarów autorzy artykułu stwierdzili, że charakterystyka prawidłowo zmontowanego elektrofiltru napełnionego powietrzem określona jest poniższym równaniem

$$i_u = A i_{uN} \frac{U_p}{U_j} \quad (1)$$

w którym: i_u - prąd ulotu elektrofiltru, i_{uN} - znamionowy prąd wyprostowany zespołu zasilającego lub prąd ulotu dla napięcia przebicia komory elektrofiltru, U_p - napięcie pracy elektrofiltru

natomiast odpowiednie współczynniki oznaczają:

$$A = i_{uN} - \frac{U_j}{U_{pN} - U_j} \quad (2)$$

gdzie: i_{uN} - znamionowy prąd zespołu zasilającego, U_j - napięcie początkowe ulotu, U_{pN} - napięcie pracy elektrofiltru dla znamionowego prądu zespołu zasilającego

$$b = \frac{1}{U_{pN} - U_j} \quad (3)$$

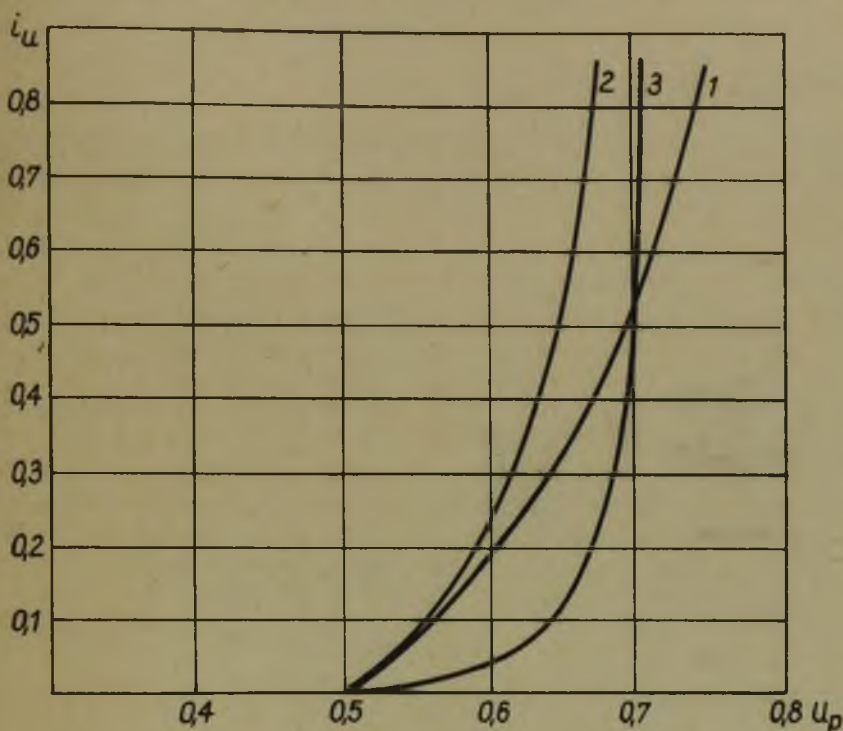
Poszczególne wielkości prądów występujące we wzorach 2 i 3 odniesione zostały do prądu $i = 1$ mA.

Również charakterystyki prawidłowo działających elektrofiltrów dla zapylnych gazów odpowiadają temu równaniu po uwzględnieniu odpowiednio różnych wartości napięć i prądów.

Charakterystyka prądowo-napięciowa dla elektrofiltru napełnionego powietrzem daje nie tylko informację o stanie zmontowania całości, ale w porównaniu z pomierzonymi później charakterystykami dla zapylnych gazów pozwala wnioskować o prawidłowości działania podzespołów elektrofiltrów jak też o ich stanie technicznym.

Zasadniczym czynnikiem wpływającym na deformację charakterystyk prądowo-napięciowych jest zjawisko tzw. ulotu

wstecznego [1, 2]. Na rys. 3 podano przykładowe charakterystyki dla spalin węgla brunatnego, gdzie deformacja ta jest szczególnie widoczna dla pola wylotowego (krzywa 3).



Rys. 3. Przykładowe charakterystyki prądowo-napięciowe elektrofiltrow dla spalin węgla brunatnego

1 - pole wlotowe (największe stężenie zapylenia), 2 - pole środkowe, 3 - pole wylotowe (najmniejsze stężenie zapylenia)

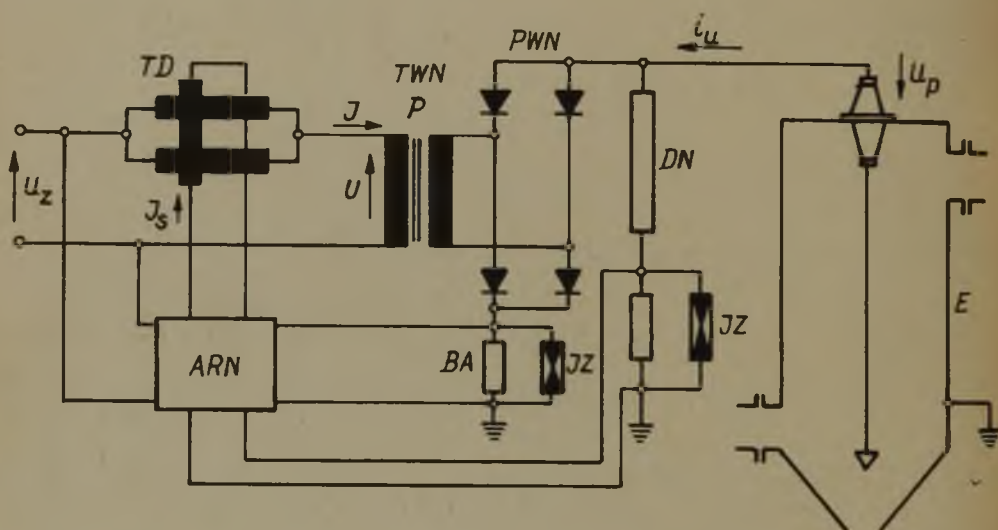
Prześledzenie szeregu badań opisanych w literaturze [2] oraz przeprowadzonych we własnym zakresie pomiarów, pozwoliły autorom na wyciągnięcie wniosków, że znamioną dla pojawienia się ulotu wstecznego w elektrofiltrow jest ta część charakterystyki prądowo-napięciowej, dla której

$$\left(\frac{dU_p}{d_i i_u}\right) < \left(\frac{dU_p}{d_i i_u}\right) \text{ dla powietrza} \quad (4)$$

Z rys. 3 widać, że najbardziej narażone na pojawienie się ulotu wstecznego są pola wylotowe elektrofiltru, gdzie dominują w odpylanym gazie pyły o najmniejszej granulacji o największej oporności właściwej. Ulot wsteczny wpływa bardzo niekorzystnie na sprawność odpylania w elektrofiltrze.

Urządzenia zasilające elektrofiltry

Dla potrzeb zasilania elektrofiltrów w energię elektryczną budowane są specjalne urządzenia elektryczne zwane dalej



Rys. 4. Schemat ideowy zespołu zasilającego elektrofiltry

TD - transduktor główny, prądowy; TWN - transformator wysokiego napięcia; PWN - prostownik wysokiego napięcia; ARN - układ sterowania, regulacji automatycznej i pomiaru parametrów pracy zespołu; p - przekładnia TWN; DN - dzielnik napięcia; BA - bocznik prądu; JZ - iskiernik zabezpieczający; U_z - napięcie zasilania zespołu; U_p , U_r - napięcie zasilania elektrofiltru; I , i_u - prąd obciążenia; I_s - prąd sterowania TD

zespołami zasilającymi. Podany na rys. 4 schemat ideowy przedstawia główne elementy zespołu, którymi są:

- transduktor prądowy TD,
- transformator wysokiego napięcia TWN,
- prostownik wysokiego napięcia PWN,
- układ sterowania i automatycznej regulacji ARN.

Zespoły zasilające elektrofiltry budowane są na napięcie zasilania 380 V i 500 V; w wykonaniu jednofazowym dla mocy znamionowej do 30 kVA (znamionowy prąd obciążenia po stronie wysokiego napięcia do 400 mA) oraz w wykonaniu trójfazowym dla większych mocy. Napięcia znamionowe strony wysokiego napięcia podano w tabl. 1. Prądy znamionowe budowanych urządzeń wynoszą odpowiednio 150, 250, 375, 500, 750, 1 000, 1 500 i 2 400 mA.

Tablica 1

Napięcia znamionowe zespołów zasilających

Napięcie znamionowe wyprostowane kV max.	Napięcie znamionowe transformatora kV
14	10
28	20
35	25
57	40
78	55
106	75

Transduktor prądowy jako człon wykonawczy regulatora napięcia zasilania elektrofiltru

Specyfika zasilania elektrofiltru wymaga:

- utrzymania napięcia pracy elektrofiltru U_p na możliwie najwyższym poziomie, to jest na granicy wytrzymałości elektrycznej komory,
- maksymalne ograniczenie prądów zwarciovych,

- jak najszybsze gaszenie łuku elektrycznego powstałego między elektrodami na skutek przeskoku w komorze elektrofiltru.

Z tych względów do regulacji napięcia pracy elektrofiltru stosowane są powszechnie transduktory prądowe w układzie szeregowym, równoległym lub mostkowym.

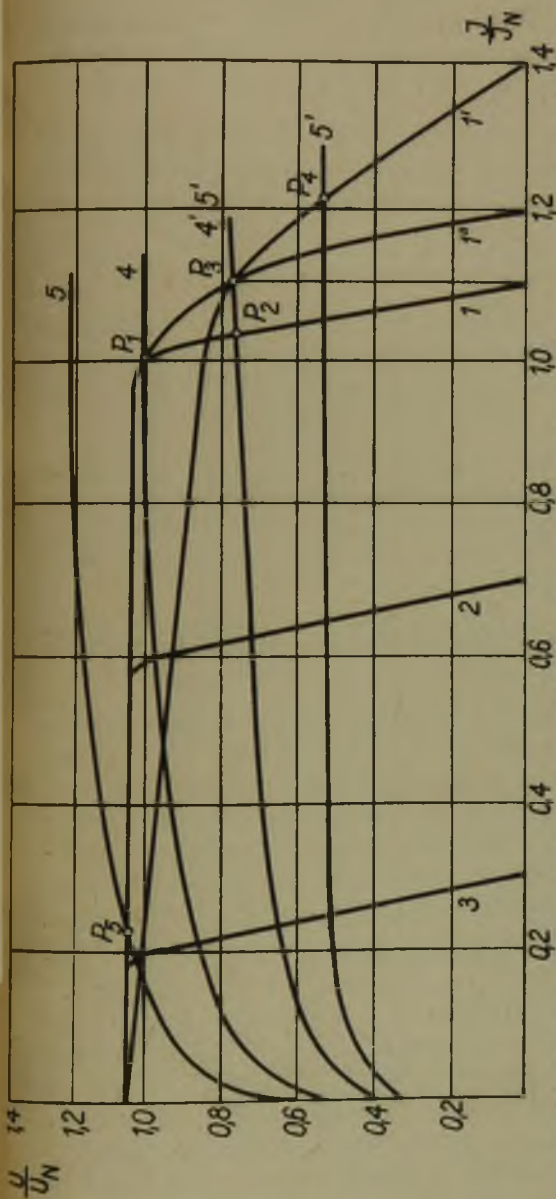
Na rys. 5 przedstawiono charakterystyki zewnętrzne dla transduktora i elektrofiltru sprowadzoną do strony niskiego napięcia transformatora T_{WN}.

W przypadku zwarcia w elektrofiltrze prąd ograniczony jest samoczynnie do wartości niewiele przekraczającej aktualny prąd roboczy elektrofiltru. Łuk elektryczny gaśnie samoczynnie lub też na skutek dalszego ograniczenia prądu spowodowanego zadziałaniem układu przerywającego podmagne-sowanie wstępne transduktora. Wielkość prądu zerowego w elektrofiltrze dla zespołów zasilających produkowanych przez czołowe firmy zachodnioeuropejskie nie przekracza wartości 1-2% prądu znamionowego zespołu.

Analizując charakterystyki podane na rys. 5 zauważyć można, że jednym z zasadniczych czynników wpływających na poziom techniczny zespołu zasilającego elektrofiltry jest jakość transduktorów. Prócz rozwiązania konstrukcyjnego i staranności wykonawstwa zasadniczy wpływ na przebieg charakterystyk zewnętrznych transduktora posiada jakość materiału magnetycznego rdzenia. Zbliżona do idealnej charakterystyka transduktora (charakterystyki 1 i 4) zapewnia:

- minimalny spadek napięcia na transduktorze przy znamionowym obciążeniu,
- minimalny wzrost prądu w przypadku zwarcia,
- nieznaczną różnicę w prądach obciążenia strony niskiego napięcia (wartość skuteczna) w przypadku pracy zespołów na elektrofiltr o normalnej (krzywa 4) lub obniżonej (krzywa 5) charakterystyce.

Powyższe czynniki umożliwiają zaprojektowanie pozostałych elementów układów takich jak transformator i prostownik wysokiego napięcia z minimalnymi zapasami.



Rys. 5. Charakterystyki zewnętrzne transformatora prądowego i elektrofiltru

1 - charakterystyka zewnętrzna transformatora dla pełnego wysterowania ($I_s = I_{sN}$);
 2, 3 - charakterystyki zewnętrzne transformatora dla częściowego wysterowania, 4 -
 charakterystyka elektrofiltru dla przekładni p transformatora TWN; 1' - charak-
 terystyki transformatora o gorszych parametrach technicznych dla pełnego wysterowa-
 nia; 4' - charakterystyka elektrofiltru dla przekładni p' transformatora TWN;
 $U_N, I_N, U'_N, I'_N, I_{sN}$ - odpowiednie wartości znamionowe strony niskiego napięcia
 zespołu zasilającego; 5, 5' - obniżona charakterystyka elektrofiltru (najczęstszy
 przypadek niewłaściwego dobrania zespołu zasilającego do elektrofiltru); 6 -
 podwyższona charakterystyka elektrofiltru; $P_1 \div P_5$ - punkty pracy zespołu (elek-
 trofiltru)

Charakterystyka zewnętrzna transduktora podana krzywą 4 jest bardzo niekorzystna z wielu względów, z których najważniejsze są następujące:

- duży spadek napięcia na transduktorze przy znamionowym obciążeniu co zmusza, dla otrzymania wymaganego przez elektrofiltrowe napięcia, stosować transformator TWN o podwyższonej przekładni,
- podwyższenie przekładni transformatora zwiększa prąd obciążenia strony niskiego napięcia przy zachowaniu nie zmienionego prądu znamionowego strony górnego napięcia,
- znaczny wzrost prądu w przypadku zwarcia,
- znaczna różnica w prądach obciążenia strony niskiego napięcia w przypadku pracy zespołu na elektrofiltrowe o normalnej (krzywa 5) i obniżonej (krzywa 5) charakterystyce,
- zwiększenie wielkości prostownika wysokiego napięcia PWN, który trzeba dobrać na napięcie znamionowe zespołu przy biegu jałowym.

Praca zespołu zasilającego elektrofiltrowe i niektóre nieprawidłowości tej pracy

Teoretycznie punkt pracy zespołu zasilającego może znajdować się w dowolnym miejscu obszaru ograniczonego osiami współrzędnych i charakterystyką zewnętrzną transduktora dla znamionowego prądu sterującego. Ustalenie się konkretnych parametrów pracy zespołu zasilającego, zgodnie z krzywymi wykreślonymi na rys. 5 narzucone jest punktami (P_1 do P_5) przecięcia faktycznej charakterystyki prądowo-napięciowej elektrofiltrowe sprowadzonej na stronę niskiego napięcia zespołu z charakterystyką zewnętrzną transduktora.

Jednakże ze względów konstrukcyjnych zespołu zasilającego (szczególnie z uwagi na nagrzewanie się elementów i chłodzenie) nie może zostać przekroczony trwale żaden z parametrów znamionowych zespołu jak: napięcie znamionowe, prąd znamionowy strony niskiego napięcia, prąd znamionowy uzwojenia sterowania transduktora i prąd znamionowy wyprostowany strony wysokiego napięcia. Otrzymany w ten sposób

obszar dopuszczalnych punktów pracy ciągłej zespołu zasilającego elektrofily ze względu na nagrzewanie się urządzenia, ograniczone jest osiami współrzędnych oraz prostymi prostopadłymi danymi równaniami

$$\frac{U}{U_N} = 1, \quad \frac{I}{I_N} = 1 \quad (5)$$

Dla zabezpieczenia zespołu od skutków długotrwałego przekroczenia któregokolwiek z parametrów znamionowych stosowane są następujące ochrony:

- ograniczenie prądu sterowania do wartości I_{SN} (ogranicza jednocześnie prąd ulotu do wartości i_{uN});
- przekaźniki termiczne zabezpieczające przed długotrwałym przekroczeniem prądu I_N .

Produkowane aktualnie urządzenia zasilające elektrofily wyposażone są w układ automatycznej regulacji napięcia U_N , samoczynnie podnoszący napięcie pracy elektrofily do granicy wytrzymałości elektrycznej na przebicie przestąpienia międzyelektrodowej. Prawidłowo dobrany zespół zasilający do elektrofily nie powinien mieć możliwych punktów pracy poza obszarem dopuszczalnego obciążenia. Idealnie dopasowany zespół zasilający do elektrofily powinien pracować w punkcie pracy znamionowej. Ze względu na zmieniające się warunki w elektrofily takie dobranie zespołu jest niemożliwe. Stąd urządzenia te należy dobierać z rezerwą. Optymalne warunki pracy zespołu uzyskuje się dla 70+80% obciążenia znamionowego prądowego (maksimum sprawności zespołu). Z przebiegu charakterystyk prądowo-napięciowych elektrofily 4 widać, że w zakresie prądów obciążenia elektrofily od 0,5-1,0 I_N zmiana napięcia nie przekracza wartości 10% U_N .

Z powyższych rozważań wynika, że po ustaleniu znamionowych parametrów zasilania: napięcia U_E oraz prądu i_E elektrofily - należy dobrać zespół zasilający o parametrach znamionowych: napięcie $U_N = 1,1 U_E$, prąd $i_{uN} = 1,3 i_E$.

Na ogół trudniej jest ustalić wartość napięcia przebiecia komory U_E , natomiast powszechnie znane są jednostkowe obciążenia prądowe elektrod dla poszczególnych rodzajów zanieczyszczeń i gazów. W takich wypadkach można przewidzieć zwiększoną rezerwę napięciową $U_N = 1,2 U_E$, wtedy jednak szczególnie ważne jest przestrzeganie zachowania 30% rezerwy prądowej.

Dobranie odpowiednich rezerw w granicach zmian $\pm 10\%$ wykonania normalnego zespołu zasilającego jest możliwe przez prostą zmianę przekładni transformatora TWN.

Nieprzestrzeganie powyższych reguł powodują niewłaściwe dobranie zespołu zasilającego do elektrofiltru i wystąpienie objawów pozornie niewłaściwych. Dotyczy to zwłaszcza urządzeń w wykonaniu jednofazowym. Objawy te, określane niekiedy jako "nieosiąganie parametrów znamionowych (dotyczy napięcia U_N i prądu ulotu i_{uN}) zespołu" charakteryzują się tym, że nie można obciążyć zespołu zasilającego znamionowym prądem ulotu i_{uN} , gdyż wcześniej występuje przekroczenie prądu znamionowego strony niskiego napięcia I_N . Nieodłącznie związane z tym zjawiskiem jest nieosiąganie znamionowego napięcia zasilania U_N transformatora TWN rys. 4. Oczywiście te pozorne nieprawidłowości zespołu zasilającego występują tylko wtedy, jeśli elektrofiltr można z jakichś względów (czy to wskutek przyjęcia zaniżonych jednostkowych obciążeń prądowych elektrod lub też wystąpienie ulotu wstecznego) obciążyć prądem ulotu i_u o wartości przekraczającej prąd znamionowy zespołu i_{uN} - bez wystąpienia zwarcia w komorze elektrofiltru. Wykres na rys. 5 ilustruje, że zjawisko może wystąpić tylko w przypadku pracy zespołu na elektrofiltr o obniżonej charakterystyce 5,5 lub też - odwracając zagadnienie - w przypadku dobrania dla danego elektrofiltru o charakterystyce 5,5 zespołu zasilającego o niepotrzebnie wysokim napięciu znamionowym, które nie może być wykorzystane. Rezultatem jest praca zespołu przy obniżonym napięciu zasilania transformatora TWN oraz dławienie stosunkowo dużego napięcia na transduktorze. W tych warunkach następuje pogorszenie (zwiększenie) współczynnika kształtu przebiegu prądowego k_i zdefiniowanego jako

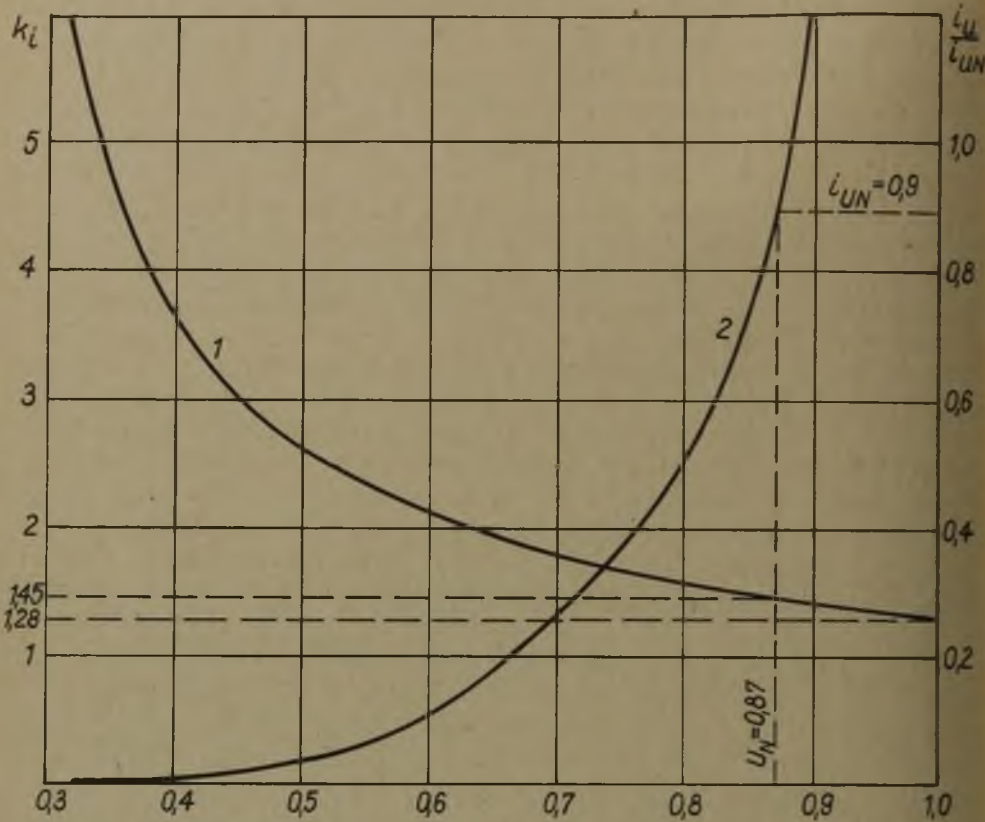
$$k_i = \frac{I}{i_{uP}}, \quad (6)$$

gdzie: I - prąd obciążenia zespołu po stronie niskiego napięcia (wartość skuteczna), i_u - prąd obciążenia zespołu po stronie wysokiego napięcia (wartość średnia), p - przekładnia transformatora TWN. Błąd wynikający z pominięcia prądu biegu jałowego transformatora w obliczaniu współczynnika kształtu nie przekracza 1%. Zależność współczynnika kształtu k_i od napięcia zasilania U transformatora TWN dla obciążenia zespołu (wg rys. 4) rzeczywistym elektrofiltrem została pomierzona i przedstawiona w formie wykresu na rys. 6. Na tymże rysunku podano przebieg charakterystyki prądowo-napięciowej elektrofiltrowi, dla którego wykonano pomiary.

Z podanego wykresu widać, jak znacznej zmianie ulega współczynnik kształtu przebiegu prądowego w zależności od wielkości napięcia zasilania transformatora. Dla zasilania transformatora napięciem znamionowym rozpatrywany układ jednofazowy wykazuje wahania współczynnika kształtu k_i , dla zespołu obciążonego elektrofiltrem, w granicach $1,25 \div 1,28$ - i tę wartość przyjmuje się powszechnie przy projektowaniu poszczególnych elementów zespołu. Z wykresów na rys. 6 widoczne jest, że obciążając zespół prądem ulotu $i_u = 0,9 i_{uN}$ przy napięciu obniżonym do wartości $U = 0,87 U_N$ - uzyskujemy powiększenie współczynnika kształtu do wartości $k_i = 1,45$, a prąd obciążenia strony niskiego napięcia I przekracza wartość I_N ($1,45 \times 0,9 = 1,305 > 1,28$). Znacznie prościej wyjaśnić przypadek niedociążenia zespołu do wartości prądu znamionowego w przypadku osiągnięcia napięcia znamionowego zasilania elektrofiltrowi. Jest to przypadek pracy zespołu na obciążenie elektrofiltrem o charakterystyce prądowo-napięciowej 6 (rys. 5), a więc napięcie znamionowe zespołu dobrano tu za niskie w stosunku do odstępów elektrod w komorze elektrofiltrowi. Ilustracją powyższych wywodów oraz przebiegów elektrycznych są oscylogramy podane na rysunku 7-9.

Układy automatyki zespołów zasilających elektrofiltrowi

Obecnie stosowane są powszechnie dwa zasadnicze układy automatyki.

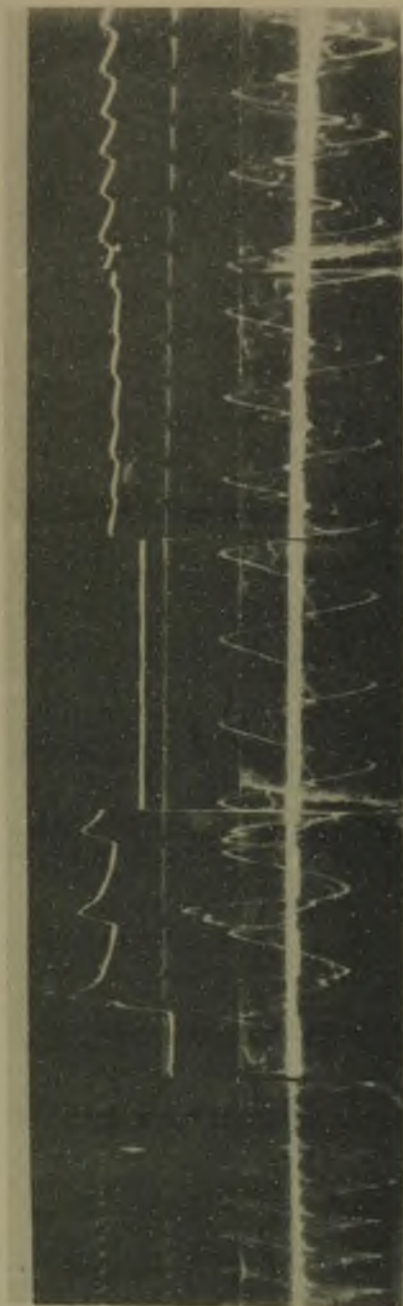


Rys. 6. Współczynnik kształtu k_i oraz prąd ulotu i_U w funkcji napięcia zasilania elektrofiltru dla zespołu w wykonaniu jednofazowym

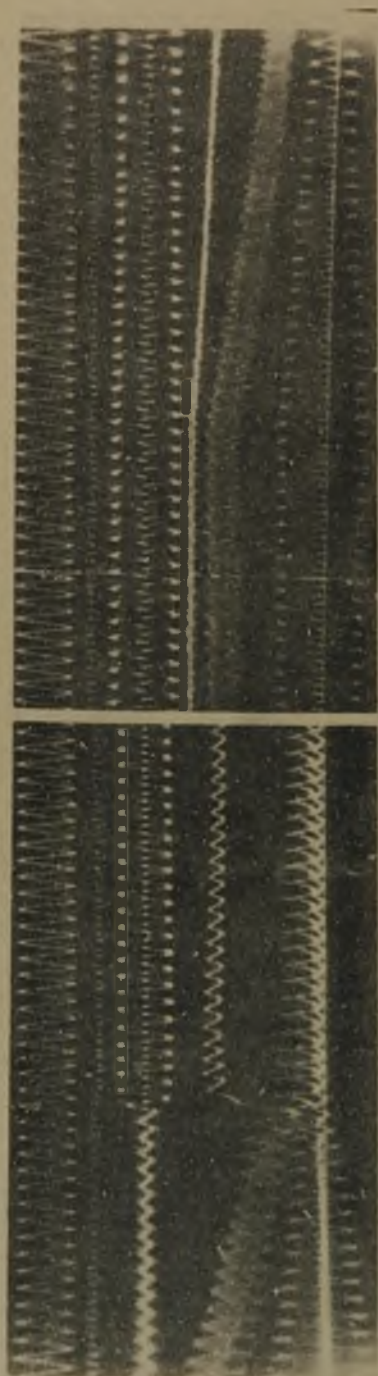
1 - charakterystyka $k_i = f\left(\frac{U}{U_N}\right)$, 2 - charakterystyka $i_U = f\left(\frac{U}{U_N}\right)$



Rys. 7. Oscylogram załączenia zespołu jednofazowego na elektrofiltr



Rys. 8. Oscylogram przebiegów elektrycznych dla zespołu jednofazowego obciążonego elektrofiltrem



Rys. 9. Oscylogram przebiegów elektrycznych dla zespołu trójfazowego obciążonego elektrofiltrem



Rys. 10. Oscylogram przeskoków gasnących w komorze e-

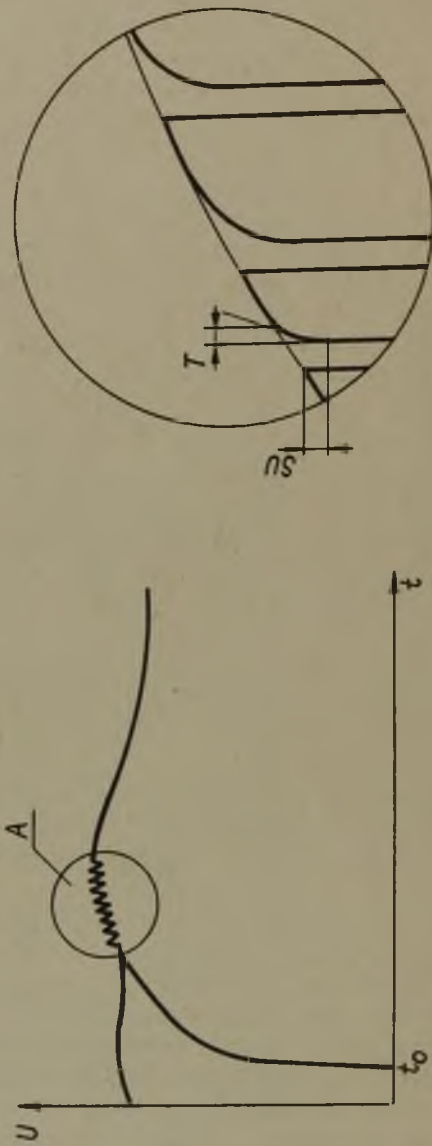
Układ regulacji okresowej - [3] bazuje na periodycznym podwyższaniu napięcia zasilania elektrofiltru aż do wystąpienia zwarcia w komorze elektrofiltru. Przez chwilowe wyłączenie zasilania elektrofiltru (0,7-1,5 sek.) łuk zostaje zgaszony, a elektrofiltr załączony ponownie na nieco obniżone napięcie. Okres regulacji (czas liczony od ostatniego zwarcia do chwili ponownej regulacji napięcia w górę), okres wyłączenia zasilania i wielkość marginesu między napięciem pracy a przebicia elektrofiltru nastawiane są na przekaźnikach czasowych.

Układ regulacji ciągłej - [4] bazuje na wykorzystaniu występujących w okresie przedzwarciovym w komorze elektrofiltru przeskoków gasnących, zilustrowanych na oscylogramie rys. 10. Układ regulacji działa w kierunku utrzymania stałej średniej częstości przeskoków gasnących. Średnia częstość przeskoków gasnących jest nastawialna.

Obydwa układy mają wady - pierwszy z uwagi na zbyt wolne działanie i niewykorzystywanie najwyższego, możliwego w danych warunkach, napięcia zasilania elektrofiltru - drugi z uwagi na konieczność pracy w zakresie przeskoków gasnących, które wpływają na zmniejszenie średniego napięcia zasilania elektrofiltru i obniżenie jego sprawności odpylania.

W oparciu o rozeznanie wad i zalet obydwu powyższych układów opracowany został układ automatycznej regulacji, którego zasadę działania przedstawia rys. 11. Po załączeniu zespołu napięcie narasta samoczynnie aż do wystąpienia pierwszego wyładowania gasnącego w komorze elektrofiltru. Przeskok gaśnie, ale jednocześnie powoduje nieznaczne obniżenie napięcia zasilania elektrofiltru, które ponownie narasta wykładniczo z nastawialną stałą czasową T aż do pojawienia się następnego wyładowania gasnącego, po czym cykl regulacji powtarza się. Przy pomocy nastawialnej stałej czasowej T można zatem regulować ilość wyładowań gasnących w jednostce czasu przy czym układ można tak nastawić, że elektrofiltr pracuje praktycznie przy napięciu granicznym przed wystąpieniem wyładowań gasnących. W stosunku do dotychczas znanych układów regulacji okresowej i ciągłej, układ ten uważać należy za dalszy krok na drodze rozwoju, gdyż pozbawiony jest wad obydwu poprzednich układów,

Szczegół „A”



Rys. 11

U_p - charakterystyka wytrzymałości elektrycznej komory elektrofiltru na przebiecie; t_0 - załączenie zespołu sU - początkowy margines napięciowy; T - regulowana stała czasowa narastania napięcia

skupia w sobie natomiast zalety regulacji stałej na elementach bezstykowych.

Tendencje rozwojowe w budowie zespołów zasilających elektrofiltry

Na podstawie doświadczeń z własnych badań jak również obserwacji rozwiązań zagranicznych można określić kierunek doskonalenia poziomu technicznego zespołów zasilających elektrofiltry.

Układ automatyczny regulacji w swej docelowej formie będzie układem typu ekstremalnego dążących do utrzymania iloczynu prądu ulotu i napięcia zasilania elektrofiltru na maksymalnym poziomie, jako że od iloczynu tych wielkości zależy sprawność odpylania. Układ taki pozwala zrealizować optymalną ze wzgl. na sprawność odpylania zasadę, żeby napięcie zasilania elektrofiltru utrzymać na maksymalnie możliwej w danych warunkach wartości - ale bez doprowadzenia w sposób ciągły do powstawania przeskoków gasnących lub zwarc w komorze.

Transduktory prądowe w połączeniu mostkowym pozwalają uzyskać najlepsze efekty techniczno-ekonomiczne. W przyszłości mogą zostać zastąpione tyrystorami.

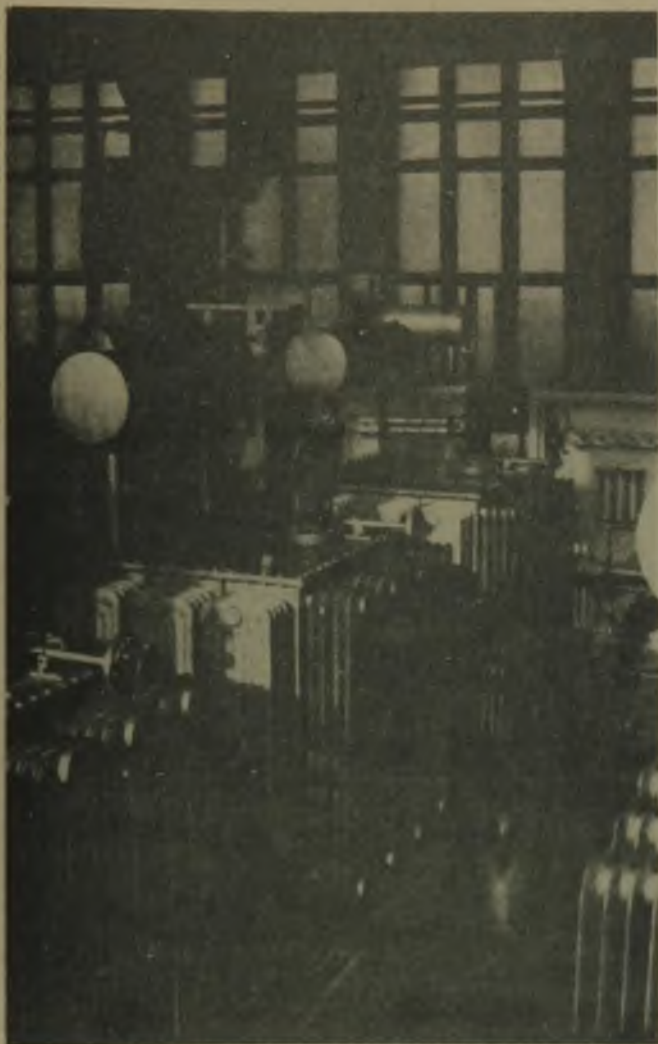
Prostowniki. Obecnie stosowane są powszechnie prostowniki selenowe w zespołach zasilających elektrofiltry - produkowane są już jednak urządzenia z prostownikami krzemowymi. Ze względu na znacznie mniejsze wymiary oraz wyższą sprawność prostownika krzemowego, typ ten będzie stosowany w przyszłości powszechnie, szczególnie w jednostkach o większych mocach znamionowych. Na rys. 12 pokazano prototyp prostownika krzemowego na prąd 750 mA i napięcie 75 kV.

Zespół zasilający wyprodukowany w Zakładach Wytwórczych Sprzętu Sieciowego w Bielsku-Białej, wyposażony w ten prostownik przeszedł pomyślnie wszystkie próby laboratoryjne i wszedł do eksploatacji ciągłej z końcem grudnia 1965 r.

Rozwiązania konstrukcyjne zespołu uznać należy już za ustabilizowane. Wszyscy czołowi zagraniczni producenci zespołów zasilających jak (AEG, Siemens) i wytwórca tych urządzeń w kraju - Zakłady Wytwórcze Sprzętu Sieciowego w Bielsku-Białej, od szeregu lat stosują rozwiązania składające się z zespołu prostowniczego i szafy sterowniczej. Ze-



Rys. 12. Prostownik krzemowy 750 mA, 75 kV



Rys. 13. Zespół prostowniczy do zasilania elektrofiltrów



Rys. 14. Szafa sterownicza zespołu zasilającego elektro-
filtry

spół prostowniczy stanowią umieszczone w wspólnej kadzi olejowej transduktory, transformator i prostownik wysokiego napięcia. Aparatura układu sterowania, regulacji i pomiaru umieszczone są w szafie sterowniczej. Rozwiązanie takie zwiększa efektywność chłodzenia, zmniejsza łącznie gabaryty i ciężar zespołu oraz stwarza łatwe możliwości wykonań specjalnych (napowietrzne, tropikalne itp.).

Chłodzenie. Produkcja zespołów zasilających o coraz większych mocach stwarza duże wymagania dla układu chłodzenia. Dla jednostek o znamionowych prądach wyprostowanych do 400 mA stosowane jest nadal chłodzenie olejowe naturalne, jednak dla urządzeń o prądach od 500 mA wzwyż zaczyna być stosowane chłodzenie olejowo-wodne z wymuszonym obiegiem oleju i chłodnicą wodną. Zespoły prostownicze wyposażone są w kompletne urządzenie chłodzące na miejsce zainstalowania urządzenia doprowadza się jedynie wodę chłodzącą o odpowiedniej temperaturze i ilości.

Wnioski

1. Zasilanie elektrofiltrów ma swoje specyficzne właściwości i wiele zagadnień z tego zakresu nie zostało jeszcze wyjaśnionych.
2. Przy doborze zespołów zasilających elektrofiltry przestrzegać należy zasady 30% rezerwy prądowej. Pożądane byłoby zasilanie elektrofiltrów zespołami o rezerwie napięciowej nie większej niż 10%.
3. W dalszym ciągu prowadzony jest szereg różnorodnych badań mających na celu uzyskanie szerszych materiałów dowodowych potwierdzających dotychczasowe wnioski. Niezależnie od tego wiele pytań wymaga odpowiedzi, jak:
 - zależność sprawności odpylania od nastawionych parametrów układu regulacji (czasy regulacji i obniżania, średnia częstość przeskoków gasnących) lub wielkości prądu ulotu w przypadku występowania ulotu w przypadku występowania ulotu wstecznego.
4. Bardzo pożytecznym urządzeniem dla dalszych badań byłby model analogowy elektrofiltru.

Rękopis złożono w Redakcji w lutym 1966 r.

LITERATURA

- [1] Lutyński J.: "Elektrostatyczne odpylanie gazów" WNT Warszawa 1965 r.
- [2] Simm W.: "Untersuchungen über das Rücksprühen bei der elektrischen Staubabscheidung" Chemie - Ing. - Techn. 31 Jarhg. 1959 Nr 1 str.43-49.
- [3] Chwartz E., Weppler R.: "Die Stromversorgung von Elektrofilteranlagen". Siemens - Z. 1959, Nr 12, str. 607.
- [4] Van Hoesen H.E., White H.J., Hall H.J.: "Automatic Control of Electrical Precipitation Rectifiers" Trans. AIEE March 1958 str. 128-128.

ВОПРОСЫ ПОДБОРА УСТАНОВОК ПИТАЮЩИХ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРЫ

Р е з ю м е

Напряжения и номинальные токи установок питающих электрофильтры. Обоснование и род применяемых систем регулировки напряжения, влияние рода автоматики на к.п.д. обеспыливания. Трансдукторные регуляторы, внешние характеристики. Примерные вольтамперные характеристики электрофильтров. Критерии соответствующего подбора параметров электрооборудования, питающего электрофильтры. Причины неисправной работы питающего оборудования. Заключительные выводы.

PROBLEMS OF SELECTION OF INSTALLATIONS
FEEDING ELECTRO-FILTERS

S u m m a r y

Rated voltage and currents of the installations feeding electro-filters. Reasons of applied types voltage systems. The influence of the mode of automation on the efficiency of the dust collection. Transducer regulators, external characteristics. Exemplified voltage - current characteristics of the electro - filters. Criterions of the proper choice of the electrical parameters of feeding the electro - filters. Causes of the incorrect work of the feeding installations