

Jacek BOBEK

Henryk CICHOWSKI

Centralne Biuro Konstrukcji Kotłów

ANALIZA PRACY PALNIKÓW ROZPAŁKOWYCH UWZGLĘDNIAJĄCA ZAGROŻENIA
WYBUCHU PYŁU W KOTŁACH ENERGETYCZNYCH.

Streszczenie. Omówiono wpływ układów sterowniczo-zabezpieczających palników rozpałkowych na bezpieczeństwo pracy paleniska kotłów pyłowych szczególnie w okresie rozpalania i pracy na niskich obciążeniach, kiedy na skutek zawirowań i perturbacji w komorze paleniskowej pył węglowy w istotny sposób zakłóca pracę urządzeń kontroli płomienia palników rozpałkowych i poprzez to prowadzi do ich wyłączenia w chwilach, gdy palniki rozpałkowe są nieodzowne dla bezpiecznego spalania pyłu. Opisano rozwiązanie układów sterowniczych uodporniające palniki rozpałkowe na te zakłócenia.

Wieloletnie doświadczenia z eksploatacji kotłów pyłowych nakazują zwrócić uwagę na problem zabezpieczeń paleniska i palników przy zaniżaniu płomienia. Szczególną uwagę zwrócić trzeba na urządzenia zabezpieczające palników rozpałkowych olejowych i gazowych stosowane przy kotłach pyłowych.

Operator kotła w chwili pojawienia się zakłóceń w komorze paleniskowej stoi często przed problemem jak uniknąć natychmiastowego, awaryjnego wyłączenia kotła, a równocześnie zachować bezpieczeństwo nie dopuszczając do powstania warunków wybuchu pyłu. Jest to zrozumiałe, gdyż natychmiastowe wyłączenie trzeba traktować też jako stan awaryjny, przy którym kocioł i urządzenia towarzyszące są narażone na szereg niebezpieczeństw, a ponadto ponoszone są straty ekonomiczne.

Naczelną wskazówką obowiązującą przy pojawieniu się zakłóceń jest, aby w stanach, kiedy nie ma już płomienia w komorze paleniskowej w żadnym przypadku nie załączać palników rozpałkowych i natychmiast odciąć paliwo do kotła. Amerykańskie przepisy NFPAS5E wymagają zainstalowania klap na przewodach mieszanki pyłu powietrznej celem umożliwienia szybkiego odcięcia paliwa. Problem zatem sprowadza się do tego jak uniknąć całkowitego wygaszenia płomienia w komorze paleniskowej. To z kolei prowadzi do wniosku, iż trzeba postępować tak, aby w przypadku nieuniknionych perturbacji w komorze paleniskowej nie dopuścić do wygaszenia palników olejowych, wtedy, gdy jeszcze istnieje w niej płomień. Wyłączenie palników olejowych doprowadzi do wygaśnięcia tego płomienia i wtedy powstaje niebezpieczeństwo wybuchu.

Szczególnie niebezpiecznym momentem w eksploatacji kotłów jest moment wprowadzenia pyłu do komory paleniskowej. Pył ten powinien

się natychmiast zapalić od płomieni palników rozpałkowych. Zdarza się jednak, że pył węglowy na skutek zawirowań i perturbacji wnika w pola obserwacji pojedynczych czujników płomienia palników rozpałkowych i absorbuje promieniowanie w takim stopniu, że dochodzi do chwilowych zakłóceń w pracy urządzeń kontrolujących płomień, a w konsekwencji do wyłączenia palników rozpałkowych i to w chwili kiedy ich praca jest nieodzowna dla bezpiecznego rozpalenia pyłu.

Podobne kłopoty mogą wystąpić też przy niskim obciążeniu kotła, przy spalaniu złych węgla oraz przy zakłóceniach w dostawie paliwa do młyna, kiedy właśnie niezakłócona praca palników rozpałkowych zapewnić ma stabilny płomień w komorze paleniskowej.

Nieodporność układów sterowniczo-zabezpieczających palników rozpałkowych na chwilowe perturbacje może być powodem wybuchu pyłu. Niebezpieczeństwo zachodzi wówczas, gdy palniki olejowe zgasną, a pył nie ma warunków do samodzielnego spalania. Poprzez uodpornienie układów sterowniczo-zabezpieczających palników rozpałkowych na chwilowe zakłócenia w pracy urządzeń kontroli płomienia i wyeliminowanie poprzez to zbędnych wygaszeń tych palników można zwiększyć bezpieczeństwo rozpalania i wspomagania palenia pyłu palnikami rozpałkowymi.

Projektanci CBKK biorąc pod uwagę powyższe opracowali układ sterowniczo-zabezpieczający, który nie tylko natychmiast nie wyłącza z pracy palnika w chwili zasygnalizowania zaniku płomienia przez własne urządzenie kontrolne /czas reakcji stosowanych powszechnie urządzeń kontroli płomienia jest mniejszy od 1 sek/, ale wręcz przeciwnie załącza na czas bezpieczeństwa palnik zapalający dla zwiększenia prawdopodobieństwa utrzymania palnika w ruchu. Dopiero, gdy próba utrzymania palnika w ruchu /powtórka zapłonu/ w czasie bezpieczeństwa nie powiedzie się, dochodzi do odcięcia paliwa i zgłoszenia awarii. Powtórka zapłonu następuje tylko wtedy, gdy inne palniki pracują w sposób niezakłócony.

W zaprojektowanym układzie sterowania poprzez dokonanie prostych przełączeń można uzyskać jeden z trzech wariantów działania układu od chwili zasygnalizowania zaniku płomienia przez urządzenie kontrolne któregoś z palników:

- a/ Uruchomienie palnika zapalającego na czas bezpieczeństwa rozruchu.
 - b/ Natychmiastowe odcięcie paliwa i odstawienie palnika.
 - c/ Uruchomienie palnika zapalającego na czas bezpieczeństwa w pracy.
- W wariantach a i c, gdy w czasie bezpieczeństwa urządzenie kontrolujące potwierdzi ponownie płomień palnik pozostaje w pracy.

Podkreślić też należy, że autorzy opracowania przyjmują, iż próby utrzymania palnika w ruchu /powtórki zapłonu/ realizowane będą tylko w wypadku, gdy w komorze paleniskowej będzie płomień od innych palników rozpałkowych lub palników pyłowych, co potwierdzać będą - oprócz fotokomórek przy palnikach rozpałkowych - odrębne urządzenia kontroli płomienia dla całego paleniska. Przy całkowitym wygaśnięciu płomienia układ blokad kotła ma zablokować układy sterujące palników rozpałkowych. Oznacza to, że nastąpi natychmiastowe wyłączenie wszystkich palników bez możliwości powtórzenia zapłonu. W opracowywanych w CBKK układach sterowniczych włączenie takiej blokady ze strony kotła jest zawsze przewidywane.

W układach sterowniczo-zabezpieczających projektowanych w CBKK można wyróżnić poniższe cechy:

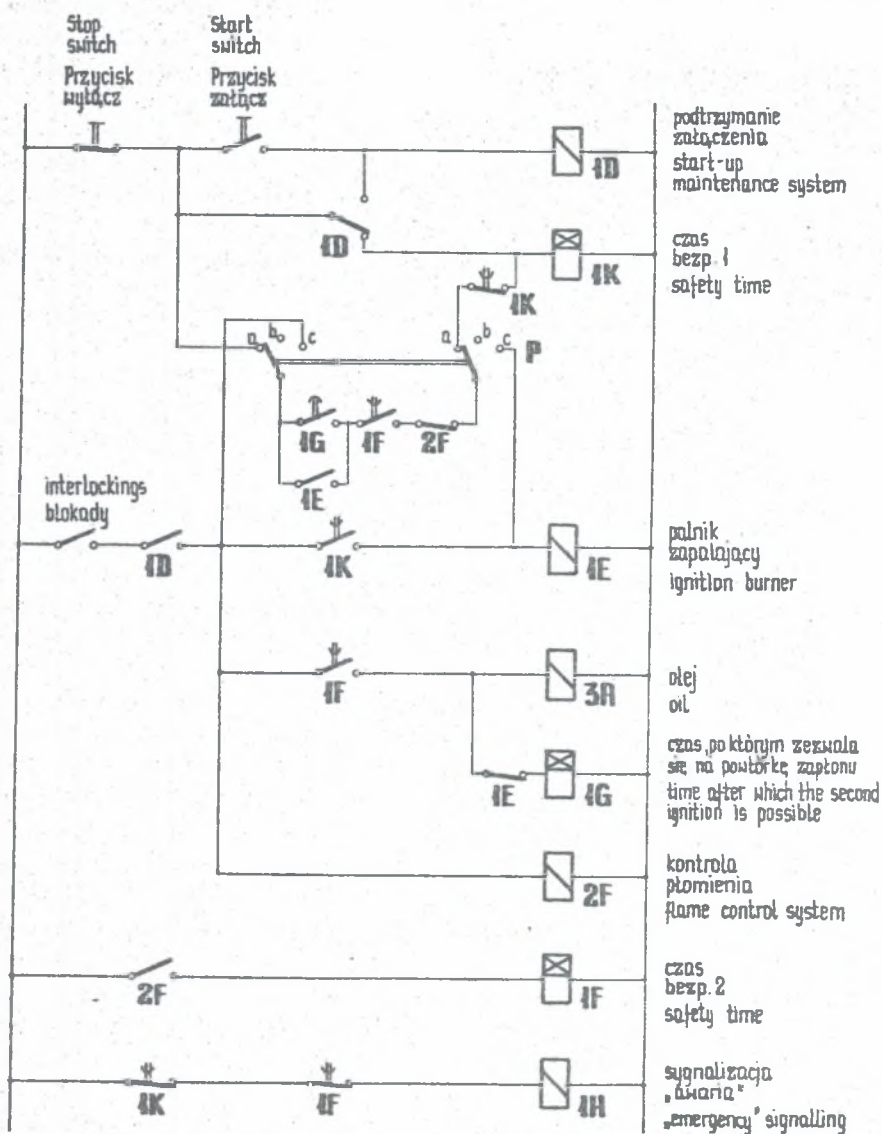
- a/ czas bezpieczeństwa pracy wynosi 3 sek.,
- b/ samokontrola obwodów bezpieczeństwa,
- c/ samoczynna powtórka zapłonu w wariantach a lub c,
- d/ powtórka zapłonu może nastąpić dopiero po 10 sek samodzielnej pracy palnika bez pilota,
- e/ tylko jedna powtórka zapłonu w powyższym czasie,
- f/ przy niesprawnej fotokomórce nie ma powtórek.

Na rys.1 przedstawiono w uproszczeniu fragment układu sterowania palnika rozpałkowego. Układ zawiera:

- przekaźnik kontroli płomienia 2F współpracujący z fotoelektrycznym czujnikiem nakierowanym na płomień palnika,
- przekaźniki wykonawcze,
 - 1E - zaiączający palnik zapalający,
 - 3A - otwierający dopływ paliwa do palnika,
 - 1H - uruchamiający sygnalizację awaryjną,
- przełącznik P do wyboru wariantów sterowania a, b lub c,
- przekaźniki pomocnicze 1D, 1K, 1F, 1G.

Przekaźniki 1K i 1F są przekaźnikami czasowymi o opóźnionym czasie zwalniania, przy czym 1K odmierza czas bezpieczeństwa przy rozruchu palnika /czas bezpieczeństwa 1/, a 1F odmierza czas bezpieczeństwa w ruchu ustalonym /czas bezpieczeństwa 2/ zgodnie z PN-74/M-35150. Przekaźnik 1G jest przekaźnikiem o opóźnionym zadziałaniu i odmierza czas pracy palnika, po którym zezwala się na powtórkę zapłonu.

Poniżej opisano działanie układu wg rys.1. Program zapalania palnika przebiega w sposób tradycyjny zgodnie z PN-74/M-35150 dla palników półautomatycznych. Palnik zaiączca się przyciskiem "ZALĄCZ". Zadziała przekaźnik 1D, którego styki odłączają napięcie z przekaźnika czasowego 1K. Zaczyna się odmierzanie "czasu bezpieczeństwa przy rozruchu". Przekaźnik 1D powoduje również zaiączenie przekaźnika 1E, który uruchamia palnik zapalający. Gdy w czasie odmierzanym przez



Rys. 4

przełącznik czasowy 1K pojawi się płomień, zostanie on wykryty przez przełącznik kontroli płomienia 2F. Przełącznik ten spowoduje zadziałanie przełącznika czasowego 1F, a następnie przełącznika 3A, otwierającego dopływ paliwa do palnika. Palnik główny zostaje zapalony, a po upływie czasu zwłoki odpadania przełącznika czasowego 1K, zostaje wyłączony palnik zapalający, gdyż wyłączony zostaje przełącznik 1E.

Jeżeli palnik znajduje się w ruchu ustalonym i nastąpi zanik płomienia to układ zachowa się odmiennie w trzech wariantach pracy a, b, c wybieranych na przełączniku P.

W wariacie "a" w przypadku zaniku płomienia przełącznik kontroli płomienia 2F zwalniając powoduje: wyłączenie napięcia wzbudzającego na przełączniku czasowym 1F, ale równocześnie przez szeregowo połączone zestyki 1G, 1F i 2F załączony zostaje napięcie na przełącznik czasowy 1K, a przez jego styk na przełącznik 1E, który uruchamia palnik zapalający. Po odmierzeniu "czasu bezpieczeństwa w ruchu ustalonym" przez przełącznik 1F, wyłączony zostaje dopływ paliwa głównego do palnika, gdyż zwolniony zostaje przełącznik 3A. Palnik zapalający pozostaje nadal w pracy, ponieważ przełącznik 1K zwolni dopiero po odmierzeniu "czasu bezpieczeństwa przy rozruchu". W tym czasie przełącznik 1E pozostaje pod napięciem. W ten sposób ponowiona zostaje próba zapłonu i jeżeli kontrola płomienia 2F potwierdzi płomień palnika zapalającego, to ponownie zadziałają bezzwłocznie przełączniki 1F i 3A, zatem paliwo ponownie zostaje doprowadzone do palnika. Palnik zapalający zostaje wyłączony po czasie zwłoki nastawionym na przełączniku 1K. Palnik podstawowy znów znajduje się w ruchu ustalonym.

Jeżeli przełącznik P nastawiony jest na wariant "b", to układ sterowania realizuje program sterowania bez powtórki zapłonu. Szeregowo połączone styki 1G, 1F i 2F przy wariacie "b" są wyłączone z układu.

Jeżeli przełącznik P nastawiony jest na wariant "c", to w przypadku zaniku płomienia potwierdzonego przez zwolnienie przełącznika kontroli płomienia 2F, przełącznik 1F odmierza "czas bezpieczeństwa w ruchu ustalonym", ale równocześnie przez szeregowo połączone zestyki 1G, 1F i 2F zostaje załączony przełącznik 1E, a zatem uruchamia się palnik zapalający. Jeżeli w "czasie bezpieczeństwa w ruchu ustalonym" palnik zostaje ponownie zapalony, to zostanie to wykryte przez przełącznik fotoelektryczny 2F, wtedy przełącznik 1F ponownie otrzymuje napięcie wzbudzenia, palnik zapalający i przełącznik 1E zostają wyłączone. Jeżeli zapłon nie nastąpił to palnik po upływie czasu nastawionym na przełączniku czasowym 1F - odmierzającym czas bezpieczeństwa w ruchu ustalonym - zostaje wyłączony, wzbudzony będzie przełącznik 1H zgłaszający awaryjne wyłączenie palnika.

АНАЛИЗ РАБОТЫ РАСТОПОЧНЫХ ГОРЕЛОК УЧИТЫВАЮЩИЙ ВЗРЫВООПАСНОСТЬ ПЫЛИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛАХ

Резюме

Многолетний опыт эксплуатации пылеугольных котлов требует обратить внимание к проблеме защит топки и горелок при исчезновении факела. Особое внимание надо обратить к предохранительным устройствам мазутных и газовых растопочных горелок применяемых в пылеугольных котлах.

Опасным моментом в эксплуатации котлов является момент введения пыли в топочную камеру. Этот пыль должен сейчас же воспламениться от факела растопочных горелок. Однако случается, что угольной пылью вследствие завихрений и пертурбаций проникает в поле наблюдения отдельных пламенных датчиков растопочных горелок и поглощает излучение в такой степени, что приходит к мгновенным возмущениям в работе устройств контроля факела, и в результате к выключению растопочных горелок в моменте, когда их работа необходима для безопасного разжига пыли.

Неустойчивость систем управления и защиты растопочных горелок к мгновенным пертурбациям может быть причиной взрыва пыли. Через придание стойкости системом управления и защиты растопочных горелок к мгновенным возмущениям работы устройства контроля факела и исключение вследствие этого ненужных отключений (погасаний) этих горелок можно повысить безопасность разжига и вспомоществования сжигания пыли растопочными горелками. Принимая во внимание вышеуказанные, проектировщики ЦБКК разработали систему управления и защиты, который не только сейчас же не выключает из работы горелки в моменте сигнализирования исчезновения факела через собственное контрольное устройство, которого время реакции обычно является меньше чем 1 сек. - но как раз наоборот, включает на период безопасной работы зажигательное устройство для повышения вероятности удержания горелки в ходе. Только тогда, когда повторение зажигания - в качестве попытки удержания горелки в ходе в периоде безопасной работы - не повезло, приходит к отсечке топлива и сигнализированию аварии. Повторение зажигания наступает только тогда, когда другие горелки работают бесперебойно.

ANALYSIS OF LIGHTING-UP BURNERS OPERATION WITH REGARD TO PULVERIZED FUEL EXPLOSIVE CONDITIONS IN UTILITY BOILERS

Summary

Many years' experience in the operation of pulverized fuel boilers demands attaching importance to the problem of furnace and burner protection against flame decaying. Special attention should be paid to safety devices for oil and gas lighting-up burners installed in pulverized fuel boilers.

Initial supplying of pulverized fuel into the furnace chamber is one of the most dangerous moments during the operation of boilers. Pulverized fuel shall be immediately ignited from the lighting-up burners. It, however, so happens that pulverized fuel, due to some whirling or other disturbances, penetrates into the observation field of particular flame detectors of the lighting-up burners, and absorbs radiation to such an extent that temporary operation failure of the devices monitoring the flame takes place, and this leads to the operation failure of lighting-up burners, which usually occurs at the time of their being most necessary for safe lighting-up of the boiler.

The fact the safety and control systems are not resistant to temporary operation disturbances can cause pulverized fuel explosion. Safety of the fuel lighting-up and sided firing with lighting-up burners can be increased by means of making the safety and control systems of the lighting-up burners more resistant to temporary operation failures of the flame monitoring devices, which will enable to eliminate undesirable putting out of the burners.

Taking into account the above mentioned problems, the CBKK designers have made a project of such a safety and control system that not only prevents the burners from being put out at the very moment of detecting and signalling the flame decay by the burners safety devices (the reaction time for those devices is usually less than 1 second), but also starts up an ignition burner for the safety time. This increases the probability of undisturbed operation of the lighting-up burner. Only after the second ignition attempt, aiming at securing the burner operation in the safety time has failed, the fuel supply is shut off and the operation failure signalled. The repeated ignition takes place only in case of undisturbed operation of the remaining burners.

Recenzent: Prof. mgr inż. Piotr Orłowski

Wpłynęło do Redakcji w marcu 1986 r.