Seria: ENERGETYKA z. 120

Nr kol. 1260

David HOADLEY Konsultant, były pracownik PowerGen plc, Wielka Brytania Jerzy GOŁĄBEK Welding Alloys Poland Sp. z o. o., Mikołów

# OSIADANIE PYŁU WEGLOWEGO W RUROCIĄGACH POZIOMYCH INSTALACJI PALENISKOWEJ

**Streszczenie**. Występujące w poziomych rurociągach instalacji pyłowych osady są wynikiem opadania na dno skoncentrowanych strug pyłu powstałych w kolanach. Zachowanie się tych strug jest opisane teorią wykorzystującą siły tarcia i ciężkości. Wyniki badań eksperymentalnych przedstawiono jako zależność bezwymiarowej odległości osadu od kolana i liczby Froude'a. Przedstawiono dwa rozwiązania urządzeń rozpraszających strugi pyłu.

# PULVERISED COAL DEPOSITION IN HORIZONTAL PIPES OF FURNACE INSTALLATIONS

**Summary**. Deposits which occur in horizontal pipes of furnace installations are caused by settling of highly concentrated streams of coal particles arising in bends. The behaviour of such streams is described by a theory based on friction and gravity forces. Results of experimental tests are shown as relationship between the nondimensionalized distance from the deposit to the upstream bend and Froude Number. Two types of particle stream dispersing devices are given.

# BODENSATZ VOM KOHLENSTAUB IN WAAGERECHTEN ROHRLEITUNGEN IN DER BRENNANLAGE

Zusammenfassung. Die in den waagerechten Rohrleitungen der Kohlenstaubanlage hervortretenden Bodensätze ergeben sich aus dem Niederfall der konzentrierten Staubströme welche in den Rohrbogen entstehen. Das Verhalten dieser Ströme wird mit Theorie, welche die Reibkräfte und Schwerkräfte ausnutzt, beschrieben. Die Ergebnisse des Verfahrens werden als Abhängigkeit der unabmässigen Weite des Bodensatzes vom Rohrbogen und der Froude–Zahl vorgestellt. Es wurden zwei Konstruktionslösungen einer Anlage für Zerstreung der Kohlenstaubströme gezeigt.

#### 1. WPROWADZENIE

W instalacjach paleniskowych kotłów opalanych pyłem węglowym może występować zjawisko osiadania zmielonego pyłu w rurociągach powodując blokowanie przepływu, pożary, nierówny rozdział do palników z dalszymi, wynikającymi stąd konsekwencjami.

Przepływ mieszanin pyłowo-gazowych charakteryzują dwa zakresy - rys. 1.

Gdy prędkość (oznaczona jako w) w rurociągu spada, gradient ciśnienia ∆p spada do pewnego minimum, a następnie ostro wzrasta.

Prędkość przy minimalnym gradiencie ciśnienia jest prędkością wypadania cząstek z mieszaniny. Przy niższej prędkości przepływ staje się przepływem fazy gęstej, a cząstki pyłu znajdują się bardzo blisko siebie, oddalone o mniej niż jedną średnicę. Przepływ rozrzedzony ma miejsce przy prędkości większej





od prędkości wypadania, a cząstki oddalone są od siebie o wiele średnic. Koncentracja, czyli stężenie cząstek pyłu w gazie, może być zdefiniowana w rozmaity sposób. Jako np. stosunek objętości cząstek do objętości obydwu faz  $\varphi$  lub też stosunek strumienia pyłu do strumienia gazu Y [kg/s/kg/s]. Zależność między tymi wielkościami jest następująca:

$$\frac{\dot{\mathbf{m}}_{s}}{\dot{\mathbf{m}}_{g}} = \mathbf{Y} = \frac{\boldsymbol{\phi}}{1 - \boldsymbol{\phi}} \cdot \frac{\boldsymbol{\rho}_{s}}{\boldsymbol{\rho}_{g}} \cdot \frac{\mathbf{w}_{s}}{\mathbf{w}_{g}}$$
(1)

gdzie:

 $\rho_s, w_s~-$  gęstość i prędkość cząstek fazy stałej,

 $\rho_g, w_g - gestość i prędkość fazy gazowej.$ 

Związek między objętością obydwu składników mieszaniny a odległością między cząstkami jest dość oczywisty [1]:

$$\left(\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{n}}\right)^{1/3} = \mathrm{d}\left(\frac{\pi}{6\varphi}\right)^{1/3} \tag{2}$$

gdzie:

d – rozmiar (średnica) cząstki,

n – liczba cząstek w objętości V.

Z zależności tych wyprowadzić można konkretne wartości zakresów koncentracji dla rozważanego w tym przypadku przepływu powietrza z pyłem węglowym ( $\rho_{g} \equiv 1500 \text{ kg/m}^3, \ \rho_{g} \cong 1 \text{ kg/m}^3) - \text{tablica 1}.$ 

Tablica 1

Przepływ	φ	Y	$\left(\frac{V}{n}\right)^{1/3}$
słabo zapylony	< 0,0003	< 0,5	> 12d
rozrzedzony	< 0,02 ÷ 0,03	< 30 ÷ 50	> 3d
gęsty	> 0,5	> 100	< 1 d

W instalacjach paleniskowych kotłów mamy do czynienia z przepływem słabo zapylonym, gdyż Y  $\cong$  0,5.

W pionowych rurociągach z przepływem do góry prędkość wypadania cząstek jest równa prędkości gazu, przy której cząstki zaczynają opadać. W celu zapewnienia transportu przyjmować należy więc prędkości większe od tej, przy której wystąpi wypadanie cząstek. Jeśli w dodatku w instalacji znajdują się kolana (czego nie sposób uniknąć), to powodują one tego rodzaju zakłócenia, że minimalna prędkość, przy której cząstki wypadają, wzrasta, czego skutkiem jest konieczność podniesienia prędkości transportu. Jedne z pierwszych badań osadzania się pyłu w poziomych rurociągach wykonywał w USA Patterson [2], [3] w rurociągach  $\phi$  203 i  $\phi$  305 mm. Stwierdził on, że powstawaniu osadów pyłu sprzyjają kolana poziome i kolana pionowe z przepływem w dół. Najlepsze pod tym względem okazały się kolana pionowe z przepływem do góry. Stwierdzono, że w wyniku wytrącania cząstek ze strugi mieszaniny powstaje osad w postaci wydmy w różnej odległości od kolana. Wielkość osadu zależy od koncentracji, jak również od prędkości przepływu. Natomiast jego odległość od kolana zależy od prędkości przepływu przede wszystkim, tzn. wzrasta wraz z jej wzrostem. Oznacza to, że przy pewnej prędkości przepływu celem uniknięcia osadu odcinki poziome za kolanem nie powinny być dłuższe od odległości jego występowania. Lub odwrotnie – dla określonej długości poziomych odcinków prędkość przepływu winna być na tyle wysoka, by nie powstawały tam osady pyłu. Np. dla odcinków dłuższych niż 10 m bezpieczna prędkość wynosi 27  $\div$  30 m/s.

Z ekonomicznych względów powinniśmy dążyć do stabilnego przepływu przy jak najmniejszych prędkościach, chociażby ze względu na erozję ścianek rurociągów i kolan, która jest proporcjonalna do prędkości w potędze 2,5 [4]. Warto więc zastanawiać się nad sposobami unikania osadów stosując jednocześnie niskie prędkości przepływu.

# 2. PRZYCZYNY POWSTAWANIA OSADÓW W POZIOMYCH RUROCIĄGACH

Stwierdzono, że osad pyłu w rurociągu spowodowany jest gromadzeniem się cząstek wytrąconych z głównego strumienia na skutek sił tarcia i sił ciężkości, przeważającymi nad siłami oporu aerodynamicznego i bezwładności (a więc tymi, które pozwoliłyby je dalej unosić). Cząstki wytrącane są ze skoncentrowanej strugi cząstek, tzw. "sznurów", które tworzone są w kolanie na skutek działania sił odśrodkowych i krzywizny ścianek.

W "sznurach" skoncentrowanych jest około 1/3 ÷ 2/3 całej masy cząstek (dla większych średnic kolan mniejsze wartości). "Sznury" tworzą się od połowy kolana na zewnętrznej ściance i biegną tuż przy niej, stopniowo opadając na skutek energii kinetycznej (co wynika z tarcia) i wpływu siły ciężkości.

Tworzenie się "sznura" w poziomym kolanie obrazuje rys. 2. "Sznur" może zostać rozproszony przez główny strumień (turbulencja) albo będzie trwały, jeśli pozostanie w pobliżu ścianki lub z dala od turbulencji głównego strumienia.

Traktując "sznur" jako ciało stałe, na które oddziaływają siły ciężkości i tarcia o ściankę, określić można stosunek prędkości cząstek na wylocie do prędkości na wlocie do kolana (z powodu małej prędkości przy ściance opór aerodynamiczny można pominąć). Z równowagi sił (rys. 3):

$$\mathbf{m} \cdot \frac{\mathrm{d}\mathbf{w}}{\mathrm{d}\mathbf{t}} = -\mu \cdot \mathbf{m} \cdot \frac{\mathbf{w}^2}{\mathbf{r}} \tag{3}$$

gdzie:

 $\mu$  – współczynnik tarcia,  $\Theta$  – kąt zakrzywienia, otrzymuje się [5]:



Rys. 2. Tworzenie się "sznura" w poziomym kolanie

Fig. 2. A "rope" formation in a horizontal bend



Rys. 3. Rozkład sił w kolanie

Fig. 3. Forces acting in bend

 $\begin{array}{ll} pyl \mbox{ weglowy na szkle } & \mu = 0.51 \div 0.57, \\ pyl \mbox{ weglowy na stali } & \mu = 0.73. \end{array}$ 

Dla kolan poziomych o kacie zakrzywienia rówkatowi prostemu nvm  $(\Theta = \pi/2)$  przy założeniu jednostajnie ruchu otrzymuje opóźnionego, się równanie podstawowe [5], opisujące zależność odległości powstawania osadów od liczby Froude'a (a wiec od predkości), od współczynnika tarcia oraz od średnicy rurociągu:

$$\frac{w_o^2}{g\cdot D} = Fr = 2\mu e^{\mu\pi}\cdot \frac{L}{D} \ (5)$$

(por. oznaczenia na rys. 2 i 3).

Eksperymentalnie określony współczynnik tarcia wynosi [5], [7]:

Równanie (5) wskazuje na dominującą rolę liczby Fr, bezwymiarowej odległości  $\frac{L}{D}$  powstawania osadów od kolana oraz współczynnika tarcia. Jak pokażą badania eksperymentalne, wpływ tego współczynnika nie jest jasny; natomiast istotny będzie parametr zakrzywienia kolana R/D (R – promień gięcia kolana).

Ponadto w momencie uderzania o osad prędkość "sznura" nie wynosi zero. Wartość tę reprezentuje dodatkowy człon  $Fr_0$ .

$$Fr = (2\mu \frac{L}{D} + Fr_o) \cdot e^{\mu\pi}$$
(6)

Eksperymentalnie określona wartość dla kolan poziomych wynosi  $Fr_0 = 10$ .

## 3. BADANIA EKSPERYMENTALNE

W celu sprawdzenia wzajemnej zależności Fr = f(L/D) oraz wpływu rodzaju pyłu, wielkości cząstek i koncentracji, przeprowadzono badania modelowe na

stanowisku doświadczalnym. Liczba Fr jest tutaj wygodnym parametrem, gdyż przyjmuje te same wartości w modelu, jak i w obiekcie rzeczywistym.

Stanowisko do badań zjawiska osiadania pyłu w rurach szklanych o średnicy 27, 52 i 79 mm wybudowano w Marchwood Engineering Laboratories będących częścią nie istniejącego już Krajowego Zarządu Energetyki (Central Electricity Generating Board) w Wielkiej Brytanii. Realizowano tam badania opisane w [5], [6] i [7].

Stanowisko przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Schemat stanowiska badawczego

Fig. 4. Schematic of rig in plan

Składa się ono z dwóch wentylatorów, zamkniętego systemu rurociągów i wyposażenia pomocniczego. Wentylatory wymuszają obieg powietrza, a pył dostarczany jest z zasobnika przez podajnik ślimakowy (wywzorcowany). Po przepływie przez badany odcinek rur, zawierający kolano, pył oddzielany jest od powietrza w filtrze tkaninowym, a powietrze poprzez kryzę pomiarową wraca do wentylatora. Do przetransportowania pyłu z zasobnika filtra do zasobnika nad podajnikiem służy pompa. Za wentylatorami znajdowała się wodna chłodnica powietrza służąca do utrzymywania stałej temperatury powietrza 20°C. Transport pyłu z zasobnika pod filtrem i z zasobnika nad podajnikiem ułatwiały wibratory uruchamiane sprężonym powietrzem. Krążące powietrze w obiegu zamkniętym było wzbogacane azotem do zawartości ≥ 90% celem przeciwdziałania potencjalnym wybuchom. Przed wyładowaniami elektrostatycznymi zabezpieczało uziemienie filtra tkaninowego i szklanego rurociągu.

Do badań użyto pyłu węgla kamiennego Markham Staveley o składzie ziarnowym  $R_{90} \equiv 30 + 40\%/6\%$ ,  $R_{200} \equiv 6,5 + 8,0\%/0,2\%$  i gęstości nasypowej 604 kg/m<sup>3</sup> oraz pyłu z pestek z oliwek –  $R_{90} \equiv 30\%/97\%$ ,  $R_{200} \equiv 1\%/45\%$  o gęstości nasypowej 570 kg/m<sup>3</sup>.

Głównym celem każdego pomiaru było określenie odległości osadu L od kolana przy określonej i zadanej prędkości przepływu. Ponieważ nie stwierdzono wpływu miałkości pyłu ani też jego rodzaju na wyniki [5], zasadniczą część badań przeprowadzono przy użyciu pyłu węglowego grubszego [5],[6], [7], bardziej reprezentatywnego dla elektrowni.

Nie stwierdzono również wpływu koncentracji pyłu w zakresie  $Y = 0,25 \pm 1,0$ [5], [7] – również zasadniczą ich część przeprowadzono przy Y = 0,5 [5], [6], [7]. Zakres prędkości przepływu: 5,0  $\pm$  19,0 m/s.

## 4. WYNIKI BADAŃ DLA KOLAN POZIOMYCH

Wyniki badań kolan poziomych 90° dla różnych promieni gięcia przedstawia rys. 5.

W celu porównania zamieszczono obszar liczb Fr dla rurociągów o tej samej średnicy, lecz bez kolan.

Wyniki cechuje duży rozrzut, ale z położenia obszarów rozrzutu widać, że zwiększenie promienia zakrzywienia kolana powoduje wzrost liczby Fr, przy której pojawiają się osady w tej samej odległości od kolana (lub dla tej samej prędkości osady pojawiają się wcześniej). Ale widać, że osady zawsze występują, jeśli Fr < 100. Można dopatrywać się również niewielkiej zależności od średnicy rurociągu; jej wzrost powoduje wzrost odległości L/D. Wpływ ten jest przeciwny do wpływu stosunku R/D, stąd często te dwa czynniki kompensują się wzajemnie, częściowo lub całkowicie [7].

Mniejsze odległości osadów od kolana przy większym stosunku R/D objaśnia się tym, że oddziaływanie siły ciężkości występuje na dłuższym odcinku oraz występuje dłuższa droga tarcia [4]. Ciaśniejsze (mały stosunek R/D) kolana powodują opóźnienie powstawania osadu dzięki większej intensywności turbulencji za kolanem wynikającej z odrywania się strugi i zawirowań prowadzących do rozproszenia "sznura".

Na tym samym rys. 5 pokazano również przedział osadów dla kolana 45°. Widać, że kolano o takim kącie praktycznie nie wpływa na tworzenie się "sznurów" i jest równoważne pod tym względem prostej rurze.



Rys. 5. Zależność Fr–R/D dla kolan poziomych Fig. 5. Relationship Fr–R/D for horizontal bends

# 5. WYNIKI BADAŃ DLA KOLAN PIONOWYCH

Rys. 6 przedstawia obszar wyników dla kolan pionowych o tych samych średnicach i zakrzywieniach [5].



Rys. 6. Zależność Fr–R/D dla kolan pionowych (średnica rurociągów i kolan jak na rys. 5)

Fig. 6. Relationship Fr-R/D for vertical bends (pipe diameters and bends as on the Fig. 5)

Osady występują tutaj przy znacznie niższych liczbach Fr (tzn. daleko od kolana przy prędkościach porównywalnych do poprzednich). Wynika to z opadania cząstek "sznura" do głównej strugi, gdzie są rozpraszane jej turbulencją.

Widać, że dla Fr > 150 osady nie występują na odcinku 70 D. Dotyczy to jednak tylko kolan pionowych z przepływem do góry (które to były badane). Kolana z przepływem w dół sprzyjają powstawaniu "sznurów" i pod tym względem stanowią najgorszy przypadek.

Jak z tego widać, poziome kolana powinny być unikane na rzecz pionowych z przepływem do góry. Pożądane byłoby również unikanie kolan o stosunku  $R/D \ge 3$ .

#### 6. URZĄDZENIA ROZPRASZAJĄCE "SZNURY" I OSADY

Z badań wynika, że bardzo łatwo można uniknąć tworzenia się osadów zwiększając odpowiednio prędkość przepływu (Fr > 140  $\div$  250). Ale wówczas gwałtownie wzrasta erozja rurociągów i koszty wentylacji. Badano więc różnego rodzaju elementy rozpraszające, jak stożki, uskoki, rurki odchylające, płytki i kliny umieszczane wewnątrz rurociągu, a także efektywność zastosowania dwóch kolan 45° zamiast jednego 90° [6]. Jako najbardziej skuteczne okazały się płytka i klin. Działanie płytki o rozmiarach 16 x 80 mm, zamocowanej pod kątem 15° na zewnętrznej ściance u wylotu z kolana polega na odbijaniu cząstek "sznura" do głównej strugi.

Jak widać na rys. 7, osiadanie pyłu nie występuje aż do (20 + 25)D przy liczbie Fr = 70 w porównaniu z 5D dla rury bez płytki.



Rys. 7. Skuteczność działania płytki odchylającej w poziomym kolanie R/D = 1,6, rurociągu D = 52 mm

Fig. 7. Effectiveness of strake in horizontal pipe D = 52 mm, R/D = 1,6

Natomiast działanie klina, zamocowanego w odległości 7D za kolanem, polega na indukowaniu trwałych turbulentnych zawirowań rozpraszających "sznur", który wcześniej został przez ten klin odrzucony ku górze i opada do głównej strugi. Dla Fr = 100 nie ma osadów do odległości > 50D – rys. 8 [6].

Najbardziej skuteczny jest układ płytki w kolanie i dwóch klinów rozmieszczonych w odległości co 20 D. Wówczas przy Fr = 80 osady nie tworzą się aż do odległości 65 D [6].

Jak wykazała analiza, wyników tych nie można ekstrapolować na większe średnice rurociągów w sposób pewny. Ponadto, każdy dodatkowy element w kolanie czy też w rurociągu stwarza dodatkowe opory.

I tak: płytka 15° – współczynnik oporu miejscowego 0,045, klin 0,34

(tj. ~50% więcej niż dla kolana przy przepływie czystego powietrza).

W celu opóźnienia powstawania osadów płytki i kliny nie były jeszcze stosowane w dużych rurociągach pyłowych w elektrowniach. Jednak skuteczność rozpraszania "sznurów" przez kliny została wykazana w jednej z dużych elektrowni w Wielkiej Brytanii. Klin był umieszczony za kolanem w pozio-



Rys. 8. Skuteczność klinów w poziomym rurociągu D = 52 mm, R/D = 1,6Fig. 8. Effectiveness of wedges in horizontal pipe D = 52 mm, R/D = 1,6

mym rurociągu o dużej średnicy, a przed poziomym rozdzielaczem trójdrogowym. W ten sposób dotychczasowy nierówny rozdział pyłu do trzech odnóg prowadzących do palników został znacznie poprawiony.

# 7. WNIOSKI

- 1. Pomiary osiadania pyłu są najlepiej skorelowane w układzie Fr- L/D.
- 2. Odległość osiadania od kolana poziomego 90° jest praktycznie niezależna od średnicy rurociągu, koncentracji pyłu, jego miałkości i maleje, gdy stosunek R/D rośnie przy tej samej liczbie Fr.
- 3. Za kolanami pionowymi 90° z przepływem do góry osiadanie występuje przy znacznie niższych wartościach Fr dla tego samego parametru L/D.
- 4. Za kolanami poziomymi 45° osiadanie występuje dalej niż za kolanami 90° przy tych samych liczbach Fr.
- 5. Zachowanie się "sznura" można objaśnić teorią opartą na działaniu sił tarcia i ciężkości. Dobre wyniki obliczeń otrzymuje się przy właściwym wyborze współczynnika tarcia pomiędzy ścianką a "sznurem".
- 6. W normalnych warunkach pracy jest prawdopodobne, że osiadanie wystapi na odcinku > 5 D za kolanami poziomymi i 20 D za pionowymi przy liczbach  $Fr = 100 \div 120$ .
- Odbijanie "sznura" do górnej ścianki rury i rozpraszanie go przez indukowanie turbulencji wydaje się być najbardziej efektywnym działaniem w celu zwiększenia odległości powstawania osadów od kolana. Dotyczy to płytki 15° i klina.
- 8. Za poziomym kolanem R/D = 1,7 z umieszczoną płytką na wylocie i klinami co 20 D można wyeliminować osady przy liczbie Fr = 80. Bez żadnych urządzeń osad nie będzie powstawał w odległości 8 D. Za kolanem pionowym kliny rozmieszczone co 20 D wyeliminują osady przy Fr = 70.
- 9. Poniżej Fr = 60 odpowiadającej prędkości 15,3 m/s w rurach D = 400 mm, wychodzących z młyna, wystąpią osady w całej rurze i żadne z badanych urządzeń nie zabezpieczy przed nimi.
- 10. Jest bardzo prawdopodobne, że w większych rurach niż D = 52 mm i 79 mm badane urządzenia rozpraszające będą zachowywać się podobnie. Dla prób skuteczności powinno się wykonać płytki i kliny z materiału odpornego na erozję i zainstalować w elektrowni.

# 8. PODZIĘKOWANIA

Badania opisane w tym artykule były przeprowadzone w Marchwood Engineering Laboratories będących częścią Central Electricity Generating Board i są publikowane za zgodą PowerGen. Polski współautor pracy pragnie podziękować kierownictwu i pracownikom naukowym MEL–CEGB za włączenie go do tych badań, za pomoc i wszelkie sugestie. Dotyczy to w szczególności Sekcji Spalania.

# LITERATURA

- Soo S. L.: Fluid dynamics of multiphase systems, Blaisdell Publ. Comp., Waltham, USA, 1967.
- [2] Patterson R. C.: Pulverized coal transport through pipes, Combustion, 7, 1958.
- [3] Hoadley D.: A literature survey of deposition in pipes related to pulversied fuel transport, CEGB Report, 1982.
- [4] Hoadley D., Johnson T. D.: A practical method for assessing the wear life of pipe bends. Proceedings of the 7th International Conference on Erosion by Liquid and Solid Impact, Cambridge, UK, 1987.
- [5] Hoadley D.: The small-scale modelling of deposits in pulverised fuel pipes, CEGB Report, 1984.
- [6] Hoadley D.: Investigation of devices for dispersing PF deposits in pipes, CEGB Report, 1984.
- [7] Gołąbek J.: Further experiments on PF deposition and dispersing devices in small-scale pipework with horizontal bends, CEGB Report, 1985.

Recenzent: Dr hab. inż. Marek PRONOBIS

Wpłynęło do Redakcji 9. 09. 1994 r.

## Abstract

Deposition of coal particles in the pipes conveying pulverised fuel in coal-boiler installations may cause blockages, fires, unequal fuel distribution to the burners and other undesirable consequences. Deposits are primarily caused by the concentration of fuel particles into "ropes" by the centrifugal action of pipe bends which are then slowed down by friction generated at the pipe wall. The dynamic behaviour of "ropes" is described by a simple theory based on frictional deceleration and gravitational forces. A systematic investigation of pulverised coal flow in various glass pipework geometries of 27 to 79 mm bore in an experimental rig is described. The results have shown that the non-dimensionalised distance from the deposit to the upstream bend can be correlated with Froude Number as predicted by the theory and is independent of most other parameters except the bend radius to diameter ratio. In relation to horizontal bends the deposit formation is much more delayed after vertical bends with upward flow. The obtained relationships allow to predict a distance of the deposit formation at given flow velocity or to desing a proper velocity for deposit prevention over an existing pipe length. Ways of dispersing "ropes" are discussed and two devices for insretion into pipework were tested and found to eliminate or significantly delay the formation of deposits. Some implications of the present investigation for full sized boiler installations are given.