

Zapotrzebowanie na produkcję kul szacowane jest w Polsce na kilkadziesiąt tysięcy ton. W zależności od pożądanej wielkości można je odlewać, kuć bądź walcować.

Kule cenniejsze niż w Lotto

Najpierw były drewniane, szybko zresztą zastąpione konstrukcjami ze stalowym cylindrem, w środku którego pracowały ni mniej, ni więcej kule armatnie, a z czasem i drobniejsze. Od kiedy w końcu XIX wieku opatentowano pierwsze młyny kulowe, na przestrzeni lat udoskonalono je na tyle, że stały się podstawowym wyposażeniem niejednego zakładu przemysłowego. W hutnictwie służą do rozdrabniania rud miedzi czy żelaza, w górnictwie, do mielenia węgla, w fabrykach ceramicznych produkujących klinkier, do kruszenia żwiru, zaś w odlewniach do przygotowania

zużytych mas formierskich, do ponownego użytku. Zasada działania opiera się na miażdżeniu materiału przy użyciu siły grawitacji. Do bębna wrzucane jest mieliwo, czyli surowiec, który ma być poddany rozdrobnieniu oraz służące temu młotki – najczęściej kule o różnej średnicy. Po wprawieniu bębna w ruch obrotowy, pod wpływem działania siły odśrodkowej, jego zawartość unoszona jest na określoną wysokość, po czym opadające młotki, uderzając o siebie, kruszą materiał wsadowy przez udar i ścieranie. Odpowiednio zmielony i przesiany, wypada na zewnątrz, kule zaś pozostają – ich nigdy się nie wyjmuje. Ponieważ wraz z użytkowaniem ścierają się same, niezbędnym jest uzupełnianie zapasów.

POPYT LICZONY W TONACH

Kule są idealnymi bryłami, choć stosuje się i inne, np. stożkowate, ale to właśnie kula daje gwarancję długiego terminu przydatności. Materiał ściera się najbardziej, gdy ma bardzo dużą powierzchnię, przez którą kontaktuje się z innymi ciałami. W przypadku kuli, ta powierzchnia w stosunku do masy jest najmniejsza. A skoro chodzi o to, by młotki zużywały się jak najwolniej – lokalna fabryka materiałów budowlanych zużywa ich miesięcznie 50 ton, przemysł miedziany około 10 tysięcy ton – nie dziwi, że to właśnie na

kule jest największe zapotrzebowanie w gospodarce. W Politechnice Lubelskiej opracowano technologię ich produkcji z szyn kolejowych.

– *Miesięcznie złomuje się w Polsce od czterech do sześciu tysięcy ton szyn. Chcemy wykorzystać je jako pełnowartościowe tworzywo, z powodzeniem zastępujące materiał dostarczony z huty, notabene dwukrotnie droższy. Stal kolejowa nadaje się na młotki idealnie ze względu na jej skład chemiczny – szyny muszą przecież być odporne na zużycie ścierne* – wyjaśnia prof. dr hab. inż. Zbigniew Pater z Katedry Komputerowego Modelowania i Technologii Obróbki Plastycznej.

W tej chwili kule wytwarza się trzema podstawowymi sposobami. Te największe – maksymalna śred-



nica to $\varnothing 120$ mm – powstają przy wykorzystaniu specjalistycznych metod kucia. Najbardziej popularnym wymiarem kul kutych jest $\varnothing 80$ mm. Wynika to z prozaicznego powodu: sprzedaje się je na kilogramy, a nie na sztuki, więc dzięki większej średnicy, kowal może pochwalić się imponującą wydajnością. Mniejszych kul po prostu nie opłaca mu się kuć. One z kolei powstają w wyniku odlewania bądź walcowania.

PRAWIE OKRĄGŁA

Inżynierowie z PL opatentowali technologię walcowania poprzecznego kul o średnicy $\varnothing 60$ mm. Według ich pomysłu, główka, odcięta ze złomowanej szyny, zostaje umieszczona między dwoma narzędziami płaskimi, mającymi kliny wstępne oraz umieszczone za nimi kliny z bruzdami wzdłużnymi o zarysie półokrągłym. Cała operacja przebiega w układzie, w którym tylko jedno z narzędzi płaskich wykonuje ruch posuwisty z pewną prędkością, zaś drugie narzędzie jest stałe. Następnie, jak tłumaczy prof. Pater, po uruchomieniu walcarki przemieszczające się kliny wstępne kształtują z wsadu półfabrykat w po-

staci pręta o średnicy nieco mniejszej niż średnica kuli. Potem wcinają się weń kliny z bruzdami, których zadaniem jest walcowanie kul. W ostatnim etapie noże rozcinające, umieszczone na końcu narzędzi płaskich, odseparowują kule od siebie. W ciągu jednego cyklu, trwającego około 15 sekund, powstaje jednocześnie sześć kul, które po chwili hartuje się w temperaturze około 860°C . Kule muszą mieć odpowiednią twardość, żeby po wrzuceniu do młyńskiego bębna jak najwolniej się ścierały. Zasada jest prosta: im materiał do ścierania twardszy, tym kule szybciej będą się zużywać. Przykładowo, mielenie mas formierskich nie powoduje tak szybkiego zużycia, jak choćby kruszenie materiałów metalicznych, np. rud metali. Dlatego w KGHM, który jest największym w Polsce odbiorcą kul, popyt na nie jest tak duży (6–10 tys. ton mielników), a w cementowniach uzupełnienie na poziomie kilkudziesięciu ton wystarczy na cały rok.

– *Równie ważne jak skala twardości – jesteśmy w stanie zahartować kule do poziomu 60 HRC – jest uzyskanie jej na całym przekroju. To zależy od szybko-*

ści odprowadzenia ciepła, która na warstwach przypowierzchniowych jest dużo większa niż w środku. Dlatego im bliżej środka kuli, tym twardość maleje. Wskutek tego kula na początku będzie miała dużą odporność na ścieranie, a gdy jej wymiary będą się zmniejszać, szybciej się też zużyje – argumentuje prof. Pater, pokazując jedną z takich zwalcowanych kul. Waży niecały kilogram, ale, co łatwo zauważyć, jej powierzchnia daleko do ideału.

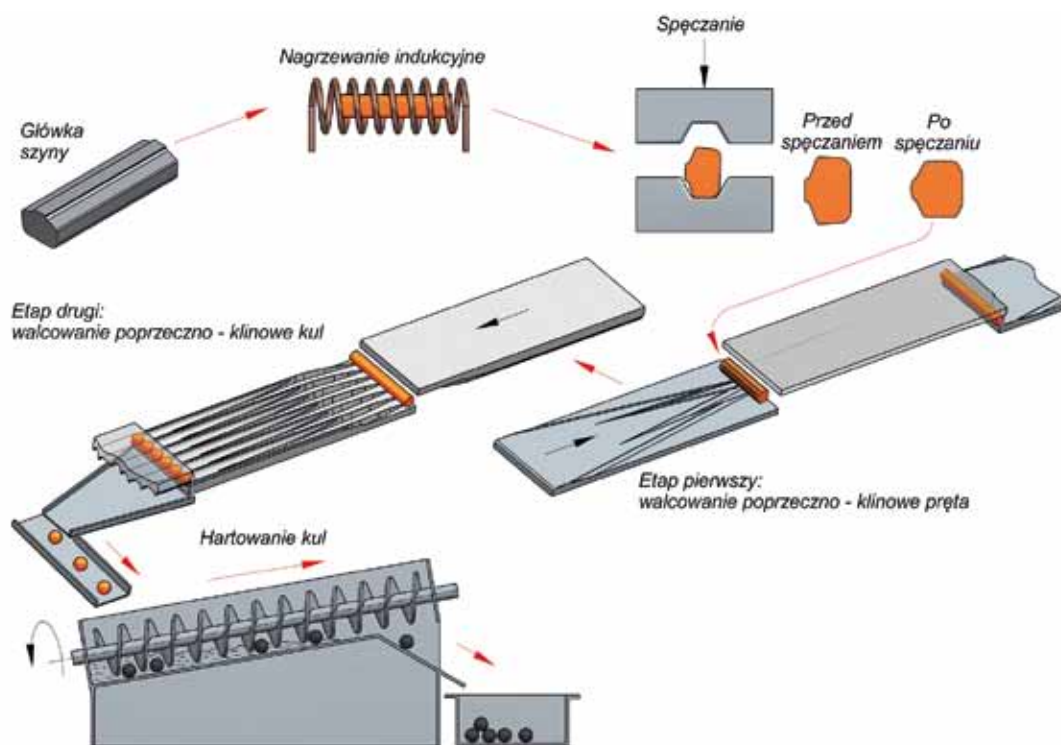
Okazuje się, że nie jest to wcale konieczne. W końcu to nie są kule łożyskowe – cel, do którego będą wykorzystywane, nie wymaga zachowania gładkości bliskiej tafli szkła. Istotne, by w trakcie produkcji nie powstały ostre krawędzie.

NIE TYLKO Z GŁÓWKI

Innowacyjność pomysłu lubelskich naukowców zasadza się przede wszystkim właśnie na zastosowanej metodzie. W Polsce nikt wcześniej nie próbował

walcować kul z szyn kolejowych. Różnica w cenie między otrzymanym w ten sposób produktem a surowcem dostarczanym z huty jest na tyle znacząca, że metoda może okazać się konkurencyjna nie tylko w kraju, ale także za granicą. Zalet jest zresztą więcej. Już samo walcowanie ma znaczącą przewagę nad kuciem: nie wytwarza aż takiego hałasu, nie potrzebuje żadnych środków smarujących, wreszcie nie powoduje

szkodliwych drgań mogących odbić się nie tylko na zdrowiu, ale i na konstrukcji budynku. Pozwala też na o wiele większą wydajność. Pierwotnie zakładano poziom produkcji wynoszący 720 kg na godzinę. Tymczasem, cztery cykle na minutę dają niemalże tonę kul. Co więcej, zdaniem prof. Patera potencjał jest o wiele większy. Można pokusić się nawet o produkcję 1 kuli na sekundę, co by dawało nawet 3,5 tony na godzinę. Nie byłoby tych wyników, gdyby nie prototypowe maszyny.



– Skonstruowaliśmy jedy-
ną na świecie walcarkę nawrotną,
to znaczy taką, która nie wykonu-
je ruchu jałowego. Przy powrocie
do stanu wyjściowego też wykonu-
je określone czynności. Waży 35 ton
i stoi w Zakładzie Obróbki Plastycz-
nej w Świdniku, czyli dawnej Kuźni
WSK PZL. Pracujemy też nad urzą-
dzeniem do dzielenia złomowa-
nych szyn kolejowych na trzy części:
główkę, środnik i stopę, które by-
łyby bardziej energooszczędne niż
używane do tego celu w tej chwili palniki – wyjawia.

Obecnie kule wytwarzane są tylko z główki
szyny, a więc elementu po którym jeżdżą pociągi.



Jednak nic nie stoi na przeszkod-
zie, by do ich produkcji wyko-
rzystać środnik i stopę, czyli te
części, które trafiają na złom.
Powstaną z nich kule o jesz-
cze mniejszych średnicach. Ich
też nie opłaca się wykuwać,
a w młynach potrzebne są do
wypełnienia pustych przestrze-
ni. Stworzony w tym celu pro-
totyp walcarki śrubowej potrafi
pracować z prędkością 120 kul
na minutę. Ze środnika wypro-
dukuje się bryły o średnicy $\varnothing 33$ mm, zaś ze stopy
 $\varnothing 40$ mm. W ten sposób zutylizowany będzie każdy
element kolejowej szyny.

prof. dr hab. inż. Zbigniew Pater

Politechnika Lubelska

Wydział Mechaniczny

Katedra Komputerowego Modelowania i Technologii Obróbki Plastycznej

ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin

tel. 81 538 42 42

z.pater@pollub.pl

Ball mills are used in different branches of the industry such as metallurgy (ore grinding), coke industry (coal milling) as well as in production of cement and clinker. Estimated demand for ball production in Poland amounts to tens of thousands tonnes. Balls can be produced by casting and rolling. The proposed new technological solution consists in transverse rolling of 60mm diameter spheres. The novelty of this technique lies in the usage of scrap railway rails, such rails are resistant to abrasive wear in the production process due to their chemical composition. In the proposed technique, balls are formed using a specially designed reversing mill. In one cycle, which takes about 15 seconds, six balls with the required hardness are formed simultaneously. These balls do not have to be perfectly smooth, the vital thing is that they are free from any sharp edges. Each ball weighs approximately 1kg. Currently, balls are formed from rail head, i.e., the upper part of a rail used for supporting and guiding the car train wheels. Nevertheless, in the future attempts will be made to produce balls from the web and the rail foot.