

2940/171  
15315/15

# PUBLIKACJE

Mechanicznej Stacji Doświadczalnej  
Politechniki Lwowskiej

Rok 1936 — Część I.

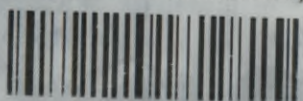
49. Inż. T. Włodek:

BADANIA NAD DOBREM KSZTAŁTU MAŁEJ PRÓBKII  
NA UDARNOŚĆ.

Dr. inż. F. Włodarczyk  
KATEDRA WYB. KONSTRUKCJI I MATEMATYKI  
POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

Wydanie I, 1980 r. 120 s. 10 zł.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000253901

# PUBLIKACJE

Mechanicznej Stacji Doświadczalnej

Politechniki Lwowskiej

Rok 1936 – Część I.

POD REDAKCJĄ

**Inż. Tadeusza Włodka**

49. Inż. T. Włodek :

BADANIA NAD DOBOREM KSZTAŁTU MAŁEJ PRÓBKII  
NA UDARNOŚĆ.

PUBLIKACJA

Mechaniczne i Stalowe Doświadczalne

Politechniki Wrocławskiej

Rok 1936 - Część I



POD REDAKCJĄ  
III 19265

Inst. Techniczne Wrocławskie

49. Inst. T. Wrodek:

BADANIA NAD DOBREM Kształtu MATERIAŁÓW  
NA UDARNOŚĆ.

Akc. Nr. 1281/51

Inż. TADEUSZ WŁODEK

Mechaniczna Stacja Doświadczalna P. L.

## Badania nad doborem kształtu małych próbek na udarność<sup>\*) \*\*\*) \*\*\*).</sup>

Do najczęściej stosowanych i znanych obecnie normalnych próbek na udarność możnaby zaliczyć m. i. następujące próbki: Mesnager, niemiecka normalna wg. D. V. M. i Izoda. Zestawienie wymiarów tych próbek podaje Tabl. 2, ryc. 1 i ryc. 2. W Polsce najszersze zastosowanie znalazły próbki typu Mesnager i Izoda.

Jakkolwiek powyższe próbki posiadają stosunkowo małe wymiary w porównaniu z próbkami dawniej stosowanymi, jak na przykład duża próbka Charpy o wym.  $30 \times 30 \times 160$  mm, nie mogą być jednak wykonane z całego szeregu małych elementów konstrukcyjnych, dla których ze względu na rodzaj pracy badanie próbek na udarność byłoby wskazane. Przy badaniach niektórych elementów mamy możliwość pobrania normalnej próbki w jednym kierunku, natomiast nie istnieje możliwość pobrania próbki w kierunku poprzecznym, ze względu na niedostateczne wymiary tegoż elementu.

Zastosowanie małej próbki na udarność dla celów praktycznych jest duże i bardzo różnorodne. W pierwszym rzędzie, jak już poprzednio wspomniano, małe próbki na udarność mogą służyć do badania elementów, dla których dotychczas ze względu na niedostateczne wymiary nie można było stosować tej próby. Obecnie z konieczności musimy ograniczyć się do badania rygli, z których powyższe elementy będą wykonywane. Badając rygle przed wykonaniem z nich małych części kutych możemy uzyskać wyniki lepsze lub gorsze w porównaniu z wynikami uzyskanymi z gotowych części. Przekucie może wpłynąć bowiem na polepszenie lub pogorszenie ostatecznych własności mechanicznych gotowego wyrobu. Zastosowanie zaś małej próbki na udarność pozwala na bezpośrednio zbadanie materiału, co jest najwłaściwsze.

Przy badaniach wielkich elementów, gdzie normalne próbki na udarność mogą być bez trudności wykonane, zachodzi niekiedy potrzeba zastosowania małej próbki. Może to mieć miejsce przy sprawdzaniu jednorodności materiału, ponieważ ilość małych próbek np.  $3 \times 3$  mm, wzór W3 będzie trzykrotnie większa od pobranych pró-

bek normalnych typu Mesnager. Pobranie odpowiedniej ilości próbek przy tego rodzaju badaniach jest bardzo wskazane, ponieważ umożliwia oznaczenie wartości udarności dla większej ilości punktów badanego przekroju. Podobnie też przy badaniach przebiegu włókien części kutych do silników lotniczych, płatowców, lub ważniejszych części samochodowych i t. p., zachodzi również konieczność stwierdzenia własności mechanicznych materiału w kierunkach zależnych od lokalnego układu włókien. Stosowanie normalnych próbek na udarność jest w wielu wypadkach utrudnione lub wprost niemożliwe, tak ze względu na małe wymiary elementu, jak i z tych powodów, że przez pobranie próbki normalnej otrzymamy wynik udarności przeciętny dla dość znacznego przekroju tej próbki. Zastosowanie małych próbek, umożliwi stwierdzenie własności udarnościowych dla poszczególnych pasm włókien o szerokości trzech, czterech lub pięciu milimetrów, w zależności od lokalnego ich ułożenia.

Badania laboratoryjne, przeprowadzane celem stwierdzenia przyczyny uszkodzenia badanego elementu, wymagają często pobrania małych próbek udarności tuż obok miejsca złamania, uszkodzenia i t. p. Odpowiednio pobrane małe próbki na udarność mogą ułatwić niejednokrotnie stwierdzenie własności lokalnych badanego materiału w bezpośrednim sąsiedztwie miejsca uszkodzonego.

Dalsze ważne zastosowanie może znaleźć mała próbka do badań udarności dla materiałów podlegających procesowi starzenia. Ma to szczególne znaczenie przy badaniach starych blach kotłowych, dla których wytrzymałość i wydłużenie próbek pobranych z pełnego przekroju blachy nie ujawniają większego spadku tych własności w miarę postępu starzenia się. Sprawdzenie jakości blachy kotła może nastąpić przez wycięcie gryzem koronowym krążków, pobranych z różnych miejsc blachy<sup>1)</sup>. Pozostałe otwory zanitowuje się, przez co uzyskuje się możliwość kontroli

<sup>1)</sup> W referacie p. t. „Badania wytrzymałości próbek o małych wymiarach dla materiału blach kotłowych“ ogłoszonym na VII. Zjeździe Inżynierów Mechaników w Warszawie dnia 27. V. 1933, podał Inż. M. Popiel zastosowanie małych próbek na rozciąganie o średnicy 1, 2 i 3 mm, pobranych z krążków wyciętych gryzem koronowym z różnych miejsc blachy. Małe próbki na rozciąganie pobrane z miejsc wyoblenia oraz w pobliżu otworów nitowych, pozwalają w pewnym stopniu na stwierdzenie spadku własności mechanicznych dla tych miejsc podlegających szczególnie silnie procesowi starzenia.

\*) Praca niniejsza jest zapoczątkowaniem badań nad próbą udarności z inicjatywy Sekcji Metali Polskiego Związku Badania Materiałów.

\*\*) Referat zgłoszony na X. Zjazd Inżynierów Mechaników Polskich w Warszawie na dzień 25. VIII. 1936.

\*\*\*) Artykuł zamieszczony w „Czasopiśmie Technicznym“ zeszyt 16, 1936.

TABELA 1. Zestawienie gatunków stali.

Stal	Oznaczenie stali wg.		Analiza	Skład chemiczny w %									
	S. A. E. *	P. N. W. stl. 21 i 24		C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Cu	Va	Mo
A	1015	0016	Wytopu Got. fabr.	0,16 0,19	0,46 0,47	0,29 0,34	0,018 0,016	0,024 0,029	— —	— —	0,11 0,12	— —	— —
B	1035	0035	Wytopu Got. fabr.	0,37 0,36	0,70 0,73	0,25 0,25	0,019 0,025	0,012 0,013	— —	— —	0,14 0,147	— —	— —
C	3140	12—1—40	Wytopu Got. fabr.	0,39 0,37	0,63 0,63	0,27 0,32	0,016 0,013	0,022 0,027	1,30 1,43	0,61 0,58	0,17 0,193	— —	— —
D	S 3330	12—3—30	Wytopu Got. fabr.	0,29 0,31	0,58 0,62	0,25 0,24	0,018 0,013	0,014 0,011	3,14 3,29	0,87 0,87	0,16 0,182	0,07 0,11	0,24 0,22

\*) Oznaczenie stali wg. „Society of Automotive Engineers“.

TABELA 2. Zestawienie wymiarów próbek na udarność.

Oznaczenie próbki	Wymiary przekroju poprzecznego próbki	Długość próbki	Głębokość karbu	Promień zaokrąglenia karbu	Pole przekroju złamania	Odległość podpór wzgl. wysokość uderzenia *)
	mm	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup>	mm
Próbki o przekroju kwadratowym						
Mesnager . . . . .	10×10	55	2	1	10×8	40
Niemiecka wg. D.V.M.	10×10	55	3	1	10×7	40
W 5 . . . . .	5×5	30	1	0,5	5×4	20
W 5 v . . . . .	5×5	30	1	0,25	5×4	20
W 4 . . . . .	4×4	30	0,8	0,5	4×3,2	20
W 4 v . . . . .	4×4	30	0,8	0,25	4×3,2	20
W 3 . . . . .	3×3	30	0,6	0,5	3×2,4	20
W 3 v . . . . .	3×3	30	0,6	0,25	3×2,4	20
Próbki o przekroju kołowym						
Izod . . . . .	∅ 11,43	76	3,3	0,25	77,88	22
W 10 . . . . .	∅ 10	60	1	1	∅ 8	21
W 10 v . . . . .	∅ 10	60	1	0,25	∅ 8	21
W 15 . . . . .	∅ 10	60	1,5	1	∅ 7	21
W 15 v . . . . .	∅ 10	60	1,5	0,25	∅ 7	21
W J 5 . . . . .	∅ 5	40	1	0,25	16,85	10
W 05 . . . . .	∅ 5	40	0,5	0,5	∅ 4	10
W 05 v . . . . .	∅ 5	40	0,5	0,25	∅ 4	10
W 04 . . . . .	∅ 4	40	0,4	0,5	∅ 3,2	10
W 04 v . . . . .	∅ 4	40	0,4	0,25	∅ 3,2	10
W 03 . . . . .	∅ 3	40	0,3	0,5	∅ 2,4	10
W 03 v . . . . .	∅ 3	40	0,3	0,25	∅ 2,4	10

\*) Wysokość uderzenia dla próbek okrągłych mierzona pomiędzy płaszczyzną karbu i ostrzem młota w chwili uderzenia. (Patrz ryc. 1).

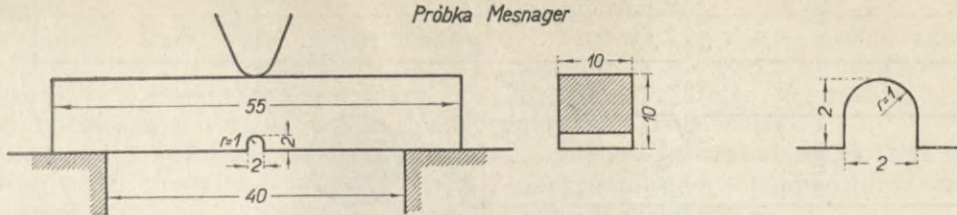
materiału kotła bez dłuższego wyłączenia go z ruchu. Możliwość pobrania małych próbek na udarność z powyższych krążków, pozwala na stwierdzenie postępu starzenia się materiału bez uszkodzenia kotła. Małe próbki na udarność mogą być pobrane z miejsc, które podczas wyrobu podlegały zgniotowi analogicznie, jak małe próbki na rozciąganie. Próba udarności stanowi zaś najbardziej właściwy sprawdzian postępu starzenia. Analogicznie też mała próbka może być pomocną przy kontroli aparatów chemicznych, pracują-

cych przy wysokich ciśnieniach i temperaturach w ośrodkach powodujących z biegiem czasu kruchość materiału.

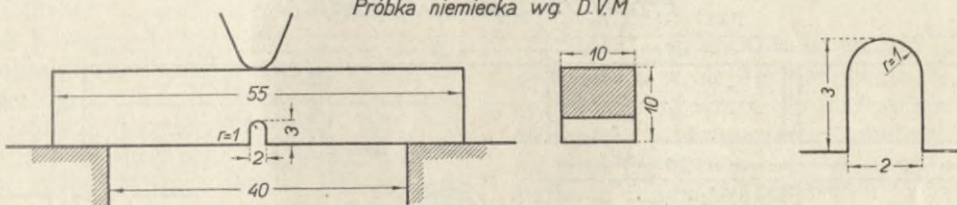
Jakkolwiek powyżej podane przykłady zastosowania małej próbki na udarność nie mogą ująć wszystkich możliwości w tym kierunku, jednak w dostatecznej już mierze świadczą o konieczności wprowadzenia tej próby. W dotychczasowych badaniach nad doborem kształtu próbki, wg. znanej nam literatury, najmniejsza zastosowana próbka na udarność była typu Fremont o wymia-

# Próbki kwadratowe na udarność

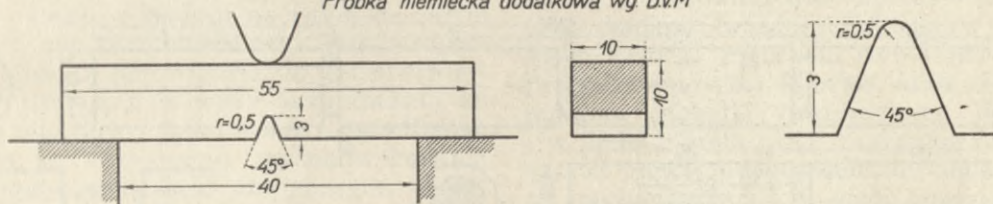
Próbka Mesnager



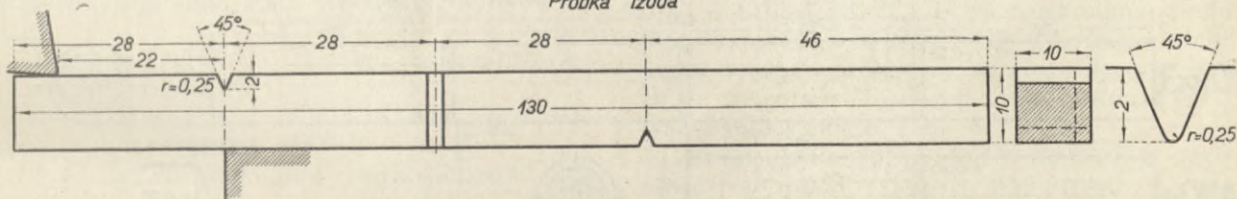
Próbka niemiecka wg D.V.M



Próbka niemiecka dodatkowa wg D.V.M

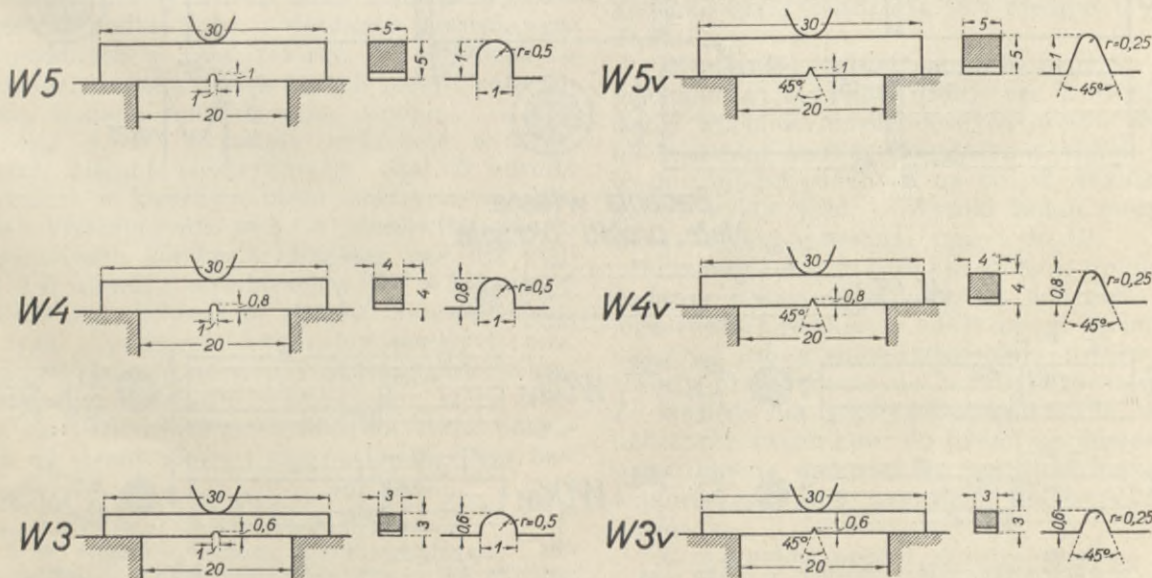


Próbka Izoda



## Badania własne.

### Małe próbki kwadratowe na udarność.

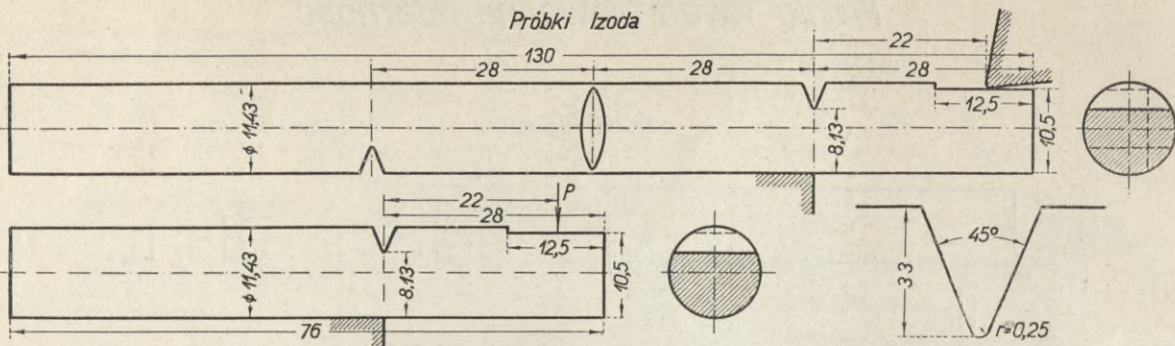


Ryc. 1.

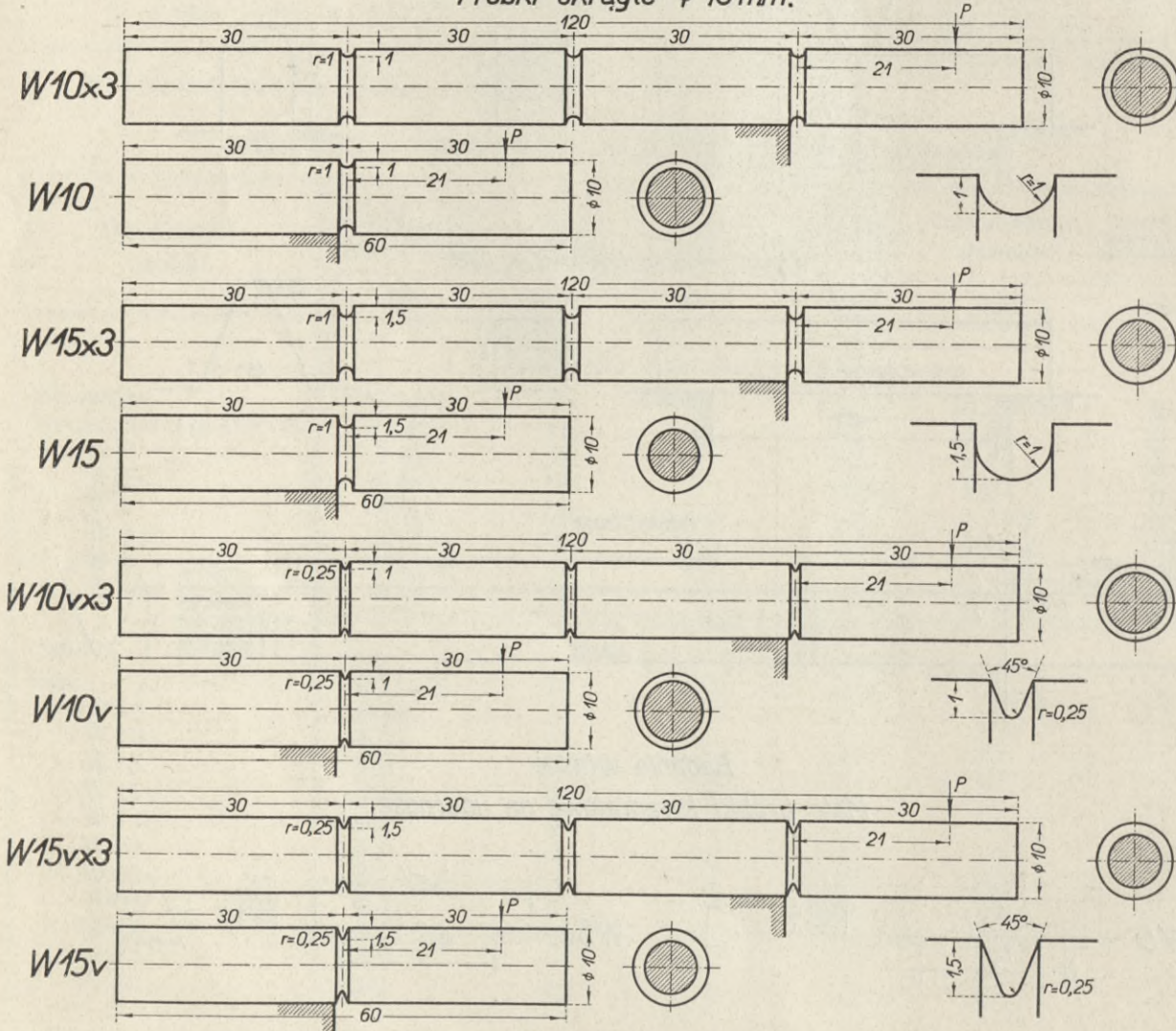
Zestawienie wymiarów próbek na udarność o przekroju kwadratowym.

# Próbki okrągłe na udarność

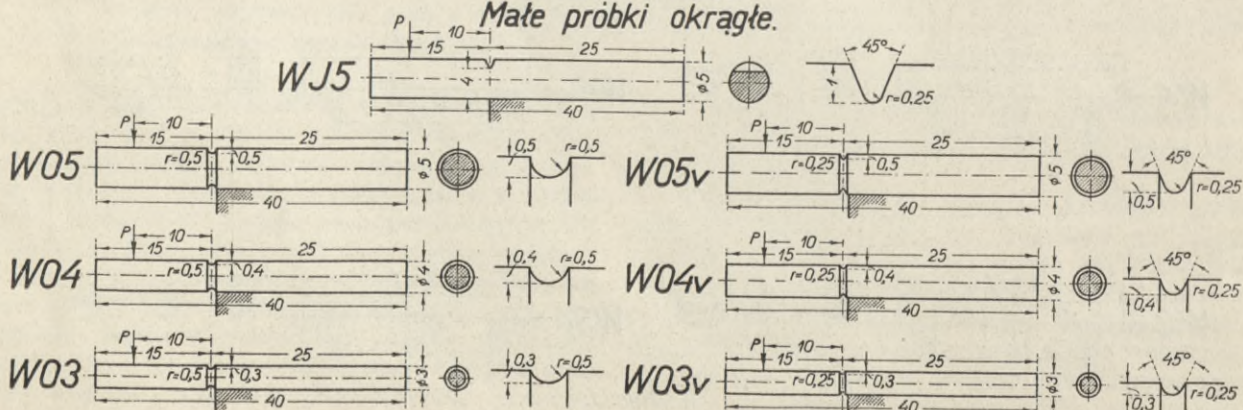
Próbki Izoda



Badania własne.  
Próbki okrągłe  $\phi 10$  mm.



Badania własne.  
Małe próbki okrągłe.



Ryc. 2. — Zestawienie wymiarów próbek na udarność o przekroju kołowym.



rach  $8 \times 10 \times 30$ , z karbem kwadratowym o głębokości  $1 \text{ mm}^2$ ). Próbką ta nie znalazła większego zastosowania, ponadto nie rozwiązuje ona możliwości przeprowadzenia badań elementów o małych wymiarach.

Celem niniejszej pracy było przeprowadzenie badań różnych typów małych próbek i porównanie tych wyników z próbkami normalnymi typu Mesnager, niemiecką normalną wg. D. V. M. i próbką Izoda, dla ustalenia najkorzystniejszego kształtu małej próbki na udarność, przy możliwie najmniejszych jej wymiarach. Badania te objęły zarówno próbki o przekroju kwadratowym jak i próbki o przekroju kołowym. Zestawienie wymiarów powyższych próbek podaje Tabl. 1, ryc. 1 oraz ryc. 2.

W niniejszej pracy przeprowadzono badania porównawcze dla próbek o przekroju kwadratowym, oznaczonych przez: W5, W4, W3, W3v oraz dla próbek o przekroju kołowym, oznaczonych: W10, W15, W10v i W15v. Dalsze badania porównawcze nad pozostałymi próbkami podanymi na ryc. 1 i 2 będą przedmiotem następnej publikacji.

Próbki okrągłe z karbem naciętym na całym obwodzie, (t. zw. karb obwodowy) zostały wprowadzone do badań porównawczych, celem stwierdzenia czy istnieją możliwości zastosowania tej próbki, o wymiarach  $\phi 3$ ,  $4$  i  $5 \text{ mm}$ , oraz  $\phi 10 \text{ mm}$ . Ze względu na uproszczony sposób wykonania próbki okrągłej z karbem obwodowym, należy spodziewać się korzyści z jej zastosowania<sup>2)</sup>.

Badania porównawcze przeprowadzono na czterech gatunkach stali wyszczególnionych poniżej:

A — stal węglowa miękka, normalizowana w temperaturze  $880^\circ \text{C}$ ;

B — stal węglowa średnio twarda, normalizowana w temperaturze  $800^\circ \text{C}$ ;

C — stal chromoniklowa niskostopowa, ulepszona termicznie do wytrzymałości  $80\text{—}85 \text{ kg/mm}^2$ ;

D — stal chromoniklowa średniostopowa, ulepszona termicznie do wytrzymałości  $90\text{—}95 \text{ kg/mm}^2$ .

Zestawienie tych stali wraz z analizami chemicznymi podaje Tabl. 1. Badania porównawcze dla podanych w Tabl. 2 i ryc. 1 i 2 próbek na udarność, wykonanych z innych metali poza żelazem, zostaną opublikowane osobno.

Stale A, B i C zostały wykonane w zasadowych piecach elektrycznych. Stal D została wykonana w kwaśnym piecu elektrycznym. Materiał wyjściowy dla stali A stanowiły wlewki o wymiarach  $250 \text{ kw} \times 1100 \text{ mm}$ , zaś dla stali B, C i D wlewki o wymiarach  $\phi 290 / \phi 320 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}$ . Wlewki te zostały przewalcowane na rygle o przekroju kwadratowym  $90 \times 90 \text{ mm}$ . Rygle po obciążeniu od strony głowy i stopy wlewków poddano badaniu kontrolnemu, które polegało na przeprowadzeniu badania tarcz pobranych od strony głowy i stopy wlewka. Przy tar-

czach pobranych z rygli ze stali węglowej A i B przeprowadzono badania metalograficzne, z rygli pobranych ze stali C i D przeprowadzono badania metalograficzne oraz badania złomów technologicznych.

Sprawdzone w ten sposób rygle zostały przewalcowane na pręty kwadratowe o wymiarach  $12 \times 12 \text{ mm}$ . Pręty te poddano następującym obróbkom termicznym:

Stal A, ogrzewano do ok.  $880^\circ \text{C}$  przez  $1^{\text{h}} 30'$ , normalizowano w temperaturze do ok.  $880^\circ \text{C}$  na wolnym powietrzu.

Stal B, ogrzewano do ok.  $800^\circ \text{C}$  przez  $1^{\text{h}} 30'$ , normalizowano w temperaturze ok.  $800^\circ \text{C}$  na wolnym powietrzu.

Stal C, ogrzewano do ok.  $850^\circ \text{C}$  przez  $1^{\text{h}} 30'$ , hartowano w oleju o temperaturze ok.  $20^\circ \text{C}$ , odpuszczano do temp. ok.  $650^\circ$  przez  $3^{\text{h}}$ , chłodzono w wodzie o temperaturze około  $20^\circ$ .

Stal D, ogrzano do temperatury ok.  $820^\circ \text{C}$  przez  $2$ , hartowano w oleju o temperaturze ok.  $20^\circ \text{C}$ , odpuszczano do temperatury ok.  $650^\circ$  przez  $3^{\text{h}}$ , chłodzono na wolnym powietrzu.

Po przeprowadzeniu obróbki termicznej prętów, zbadano twardość Brinella w kilku miejscach każdego pręta. Do badań porównawczych przeznaczono tylko te pręty, które wykazały minimalne odchyłki twardości na obu końcach i w środku pręta. Dla przygotowanych w ten sposób prętów przeprowadzono badanie własności mechanicznych t. j. próbę rozciągania i próbę udarności. Schemat tego badania podaje ryc. 3-ia. Do badań tych przeznaczono z każdego gatunku stali A, B, C i D po 6 odcinków prętów, które oznaczono od R1 do R6. Z każdego odcinka pręta pobrano próbkę na rozciąganie oraz próbkę na udarność Mesnager. Zestawienie wyników tych badań podaje Tabl. 3.

Praktycznie biorąc, użyte do badań porównawczych pręty wykazały wystarczającą jednorodność wzdłuż długości poszczególnych prętów. Przeciętne własności mechaniczne prętów przeznaczonych do badań porównawczych, charakteryzującą uzyskane średnie z sześciu odcinków próbnych, pobranych z dwóch prętów każdego gatunku stali (patrz ryc. 3); średnie te podaje Tabl. 3.

Wymiary i sposób pobrania prób do badań mechanicznych prętów podaje ryc. 3. Oprócz badania własności mechanicznych prętów wykonano kontrolne analizy chemiczne z wiórek pobranych z miejsc podanych na ryc. 3. Wyniki tych analiz podaje Tabl. 1. Wyniki badań metalograficznych prętów podają ryc. 4 do 19.

Powyżej opisane badania wstępne prętów a to: badania wytrzymałościowe, na udarność, metalograficzne i chemiczne miały za cel stwierdzenie należytej jednorodności materiału prętów, które zostały przeznaczone do badań porównawczych. Ze względu na konieczność uniknięcia wpływu ubocznych czynników, do badań porównawczych przeznaczono materiał o możliwie najwyższej jednorodności pod względem własności mechanicznych.

Z przygotowanego i skontrolowanego w powyżej opisany sposób materiału, pobrano próbki na udarność wg. schematu podanego na ryc. 3.

<sup>2)</sup> Dr. Inż. Fr. P. Fischer: „Welche kleine Kerbschlagprobe?“ St. u. E. 48 (1928). Str. 541—47.

<sup>3)</sup> W. Kuntze: „Kritische Kerbzähigkeitswerte“. Metallwirtschaft 8 (1929). Str. 992—98. — W. Kuntze: „Kerbzähigkeit und statische Kennziffern“. Archiv Eisenhüttenwesen 2 (1928/29). Str. 625—74.

TABELA 3. Zestawienie wyników prób mechanicznych prętów stalowych przeznaczonych do badań porównawczych.

Oznaczenie stali	Oznaczenie grup do badań mechanicznych	Granica płynności $Q_p$ , kg/mm <sup>2</sup>	Wytrzymałość na rozciąganie $R_p$ , kg/mm <sup>2</sup>	$Q_p/R_p$ ×100 %	Wydłużenie $A_5$ %	Wydłużenie $A_{10}$ %	Przewężenie $C$ %	Złom **)	Udarność Mesnager $U$ kgm/cm <sup>2</sup>	Złom ***)
A	R1	32,6	48,0	67,9	37,5	29,8	66,8	BM	21,27	MCg <sup>*</sup> )
	R2	31,7	47,6	66,6	38,0	30,0	67,8	BM	21,77	MCg <sup>*</sup> )
	R3	31,5	47,2	66,7	38,5	30,8	66,8	BM	18,45	M $\frac{1}{2}$ ZCg <sup>*</sup> )
	R4	34,8	47,7	72,9	39,5	30,6	68,1	AM	21,98	MCg <sup>*</sup> )
	R5	32,8	47,6	68,9	38,8	30,2	68,3	BM	22,20	MCg <sup>*</sup> )
	R6	34,0	48,2	70,5	41,2	31,2	66,8	BM	22,42	MCg <sup>*</sup> )
	Średnio	<b>32,9</b>	<b>47,7</b>	<b>68,9</b>	<b>38,9</b>	<b>30,4</b>	<b>67,4</b>		<b>21,35</b>	
B	R1	41,8	63,1	66,2	32,5	24,4	59,3	BM	9,13	M $\frac{3}{4}$ Z
	R2	36,9	62,2	59,3	33,8	25,2	61,0	BM	10,76	M $\frac{3}{4}$ Z
	R3	40,8	65,0	62,8	29,5	20,2	58,0	BM	10,26	M $\frac{3}{4}$ Z
	R4	41,8	63,8	65,5	30,0	23,8	58,5	BM	10,37	M $\frac{2}{3}$ Z
	R5	41,8	63,8	65,5	30,0	23,1	62,5	BM	10,13	M $\frac{3}{4}$ Z
	R6	38,8	63,5	61,1	32,5	24,4	61,0	BM	10,50	M $\frac{3}{4}$ Z
	Średnio	<b>40,3</b>	<b>63,6</b>	<b>63,4</b>	<b>31,4</b>	<b>23,5</b>	<b>60,0</b>		<b>10,19</b>	
C	R1	71,8	83,2	86,3	23,8	16,9	68,2	BGM	16,93	MCg
	R2	70,8	82,6	85,7	23,8	16,9	68,2	BGM	18,33	MCg
	R3	72,4	82,6	87,6	23,2	16,5	66,6	BGM	17,01	MCg
	R4	73,8	83,4	88,5	23,2	16,1	68,2	BGM	17,22	MCg
	R5	71,8	82,6	86,9	23,8	16,6	67,5	BGM	17,22	MCg
	R6	72,8	83,8	86,9	22,8	16,0	66,9	AGM	16,82	MCg
	Średnio	<b>72,2</b>	<b>83,0</b>	<b>87,0</b>	<b>23,4</b>	<b>16,5</b>	<b>67,6</b>		<b>17,25</b>	
D	R1	79,3	92,3	85,9	22,3	15,8	66,9	AGM	18,89	MNWCg
	R2	71,6	92,7	77,2	22,0	15,4	65,5	BGM	15,90	MNWCg
	R3	85,0	92,7	91,7	23,0	16,2	67,6	BGM	16,70	MNWCg
	R4	81,8	92,4	88,5	21,7	15,9	67,3	BGM	19,64	MNWCg
	R5	74,2	91,8	80,8	23,0	16,1	65,5	BGM	20,29	MNWCg
	R6	88,4	93,6	94,4	22,0	15,0	66,9	AGM	19,26	MNWCg
	Średnio	<b>80,0</b>	<b>92,6</b>	<b>86,4</b>	<b>22,3</b>	<b>15,7</b>	<b>66,6</b>		<b>18,45</b>	

\*) Złamane próbki na udarność nie oddzieliły się całkowicie, do oddzielenia ich była użyta b. nieznaczna praca.

\*\*) Złomy próbek na rozciąganie zostały oznaczone wg. tabeli inż. T. Włodka wydanej przez M. S. D. w r. 1932 (wyd. pierwsze) i w r. 1936 (wyd. drugie).

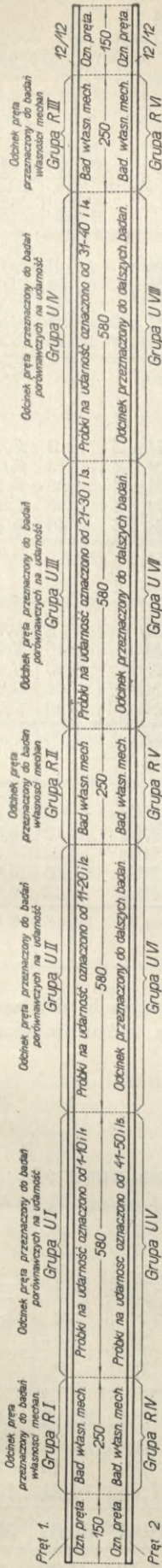
\*\*\*) Złomy próbek na udarność oznaczono wg. tabeli podanej w skróceniu na końcu niniejszego artykułu.

Próbki na udarność zostały wykonane z dokładnością wymiaru poprzecznego przekroju  $\pm 0,01$  mm, wymiarów długości  $\pm 0,10$  mm, głębokości nacięcia karbu  $\pm 0,01$  mm. Karby próbek kwadratowych zostały nacięte na precyzyjnej tokarce firmy Boley zapomocą gryza profilowego. Karby obwodowe próbek okrągłych nacięto na tokarce zapomocą noża profilowego. Karby jednostronne próbek okrągłych Izoda i WJ5 zostały nacięte w analogiczny sposób, jak karby próbek kwadratowych.

Położenie karbów próbek kwadratowych we wszystkich grupach badań porównawczych dla stali A, B, C i D (patrz ryc. 3 grupy od U1 do U6) zostało ustalone w ten sposób, że są one położone przy tej samej ścianie bocznej pręta. Analogicznie dla próbek okrągłych Izoda i WJ5 z karbem jednostronnym, położenie karbu próbek w poszczególnych grupach U1, U2 ...U6 jest takie same jak przy próbkach kwadratowych. Próbki okrągłe o karbach naciętych na całym obwodzie t. j. o karbie obwodowym, zostały przy łamaniu w ten sposób umocowane, że strona rozciągania przy uderzeniu młota była przy tej samej płaszczyźnie bocznej pręta co karby próbek kwadratowych. Przez jednakowe ułożenie karbów wszystkich próbek istnieje większa możliwość wyeliminowania wpływu niejednorodności materiału, mogącej wystąpić w przekrojach poprzecznych wzdłuż całej długości pręta.

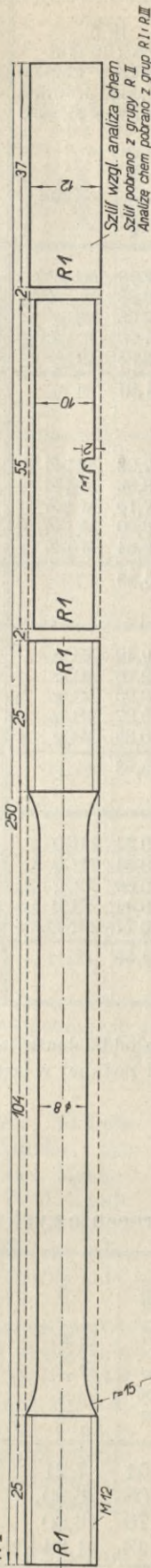
Badanie próbek na udarność przeprowadzono na dwóch młotach 30 kgm i 7 kgm

### Schemat pobrania i oznaczenia próbek.



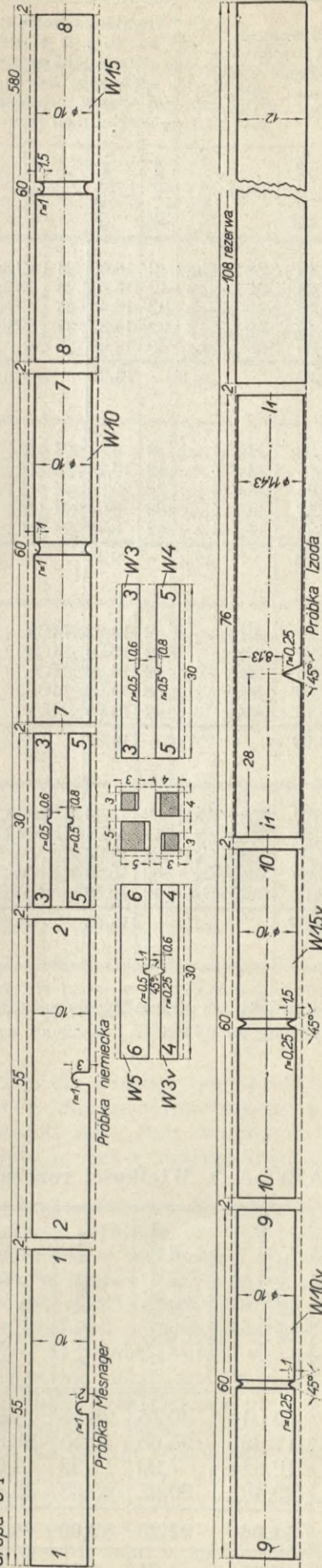
### Schemat pobrania i oznaczenia próbek do badań mechanicznych.

Przykład oznaczenia: Grupa R I



### Schemat pobrania i oznaczenia próbek na udarność. pobranych do badań porównawczych

Przykład oznaczenia: Grupa U I



Ryc. 3.

Schematy przeprowadzenia prób mechanicznych oraz prób udarności.

TABELA 4. Wyniki badań

Rodzaj próbek względnie ich oznaczenie	Mesnager 10×10×55 mm głębokość karbu gt=2 mm, promień karbu r=1 mm			Niemiecka normalna w. g. D. V. M. 10×10×55 mm głębokość karbu gt=3 mm, promień karbu r=1 mm			W 5 5×5×30 mm głębokość karbu gt=1 mm, promień karbu r=0,5 mm			W 4 4×4×30 mm głębokość karbu gt=0,8 mm, promień karbu r=0,5 mm			W 3 3×3×30 mm głębokość karbu gt=0,6 mm promień karbu r=0,5 mm			
	Oznaczenie stali	Oznaczenie grup do badań udarności	Nr. próbki	U kgm/cm <sup>2</sup>	Złom **)	Nr. próbki	U kgm/cm <sup>2</sup>	Złom	Nr. próbki	U kgm/cm <sup>2</sup>	Złom	Nr. próbki	U kgm/cm <sup>2</sup>	Złom	Nr. próbki	U kgm/cm <sup>2</sup>
A	U1A	1	20,42 <sup>*)</sup>	M ZC <sub>gr</sub>	2	16,53	M ZC <sub>gr</sub>	6	12,19	MC <sub>gr</sub> *)	5	10,76	MC <sub>gr</sub>	3	8,05	MC <sub>gr</sub> *)
	U2A	11	18,68	M ZC <sub>gr</sub>	12	15,65	M ZC <sub>gr</sub>	16	10,35	M ZC <sub>gr</sub>	15	10,54	MC <sub>gr</sub>	13	9,00	MC <sub>gr</sub> *)
	U3A	21	18,28	M ZC <sub>gr</sub>	22	16,46	M ZC <sub>gr</sub>	26	12,55	MC <sub>gr</sub> *)	25	10,75	MC <sub>gr</sub>	23	9,00	MC <sub>gr</sub> *)
	U4A	31	18,45	M ZC <sub>gr</sub>	32	14,37	M ZC <sub>gr</sub>	36	11,90	M ZC <sub>gr</sub>	35	9,90	M ZC <sub>gr</sub>	33	8,74	MC <sub>gr</sub> *)
	U5A	41	18,80	M ZC <sub>gr</sub>	42	18,28	M C <sub>gr</sub>	46	12,85	MC <sub>gr</sub> *)	45	10,48	MC <sub>gr</sub> *)	43	9,00	MC <sub>gr</sub> *)
Średnio			18,55			16,26			11,97			10,49			8,76	
B	U1B	1	9,88	M Z	2	9,41	M Z	6	7,22	M Z	5	6,67	M Z	3	5,88	M ZC <sub>gr</sub>
	U2B	11	10,13	M Z	12	10,22	M Z	16	8,86	M Z	15	6,05	M Z	13	5,69	M ZC <sub>gr</sub>
	U3B	21	10,94	M Z	22	9,95	M Z	26	7,10	M Z	25	5,54	M Z	23	5,76	M ZC <sub>gr</sub>
	U4B	31	10,19	M Z	32	9,01	M Z	36	6,90	M Z	35	6,32	M Z	33	5,28	M ZC <sub>gr</sub>
	U5B	41	10,25	M Z	42	8,79	M Z	46	6,34	M Z	45	5,70	M Z	43	5,76	M ZC <sub>gr</sub>
Średnio			10,28			9,48			6,88			6,06			5,67	
C	U1C	1	16,70	MC <sub>gr</sub>	2	14,87	MC <sub>gr</sub>	6	9,42	MC <sub>gr</sub>	5	9,06	MC <sub>gr</sub>	3	7,75	MC <sub>gr</sub>
	U2C	11	17,39	MC <sub>gr</sub>	12	15,00	MC <sub>gr</sub>	16	9,75	MC <sub>gr</sub>	15	9,08	MC <sub>gr</sub>	13	7,47	MC <sub>gr</sub>
	U3C	21	17,39	MC <sub>gr</sub>	22	14,30	MC <sub>gr</sub>	26	9,95	MC <sub>gr</sub>	25	8,98	MC <sub>gr</sub>	23	7,27	MC <sub>gr</sub>
	U4C	31	17,39	MC <sub>gr</sub>	32	14,52	MC <sub>gr</sub>	36	9,87	MC <sub>gr</sub>	35	8,84	MC <sub>gr</sub>	33	7,84	MC <sub>gr</sub>
	U5C	41	15,73	MC <sub>gr</sub>	42	14,65	MC <sub>gr</sub>	46	10,39	MC <sub>gr</sub>	45	9,10	MC <sub>gr</sub>	43	7,63	MC <sub>gr</sub>
Średnio			16,92			14,67			9,88			9,01			7,59	
D	U1D	1	21,70	MNNWC <sub>gr</sub>	2	16,46	MNNWC <sub>gr</sub>	6	9,54	MC <sub>gr</sub>	5	7,95	MC <sub>gr</sub>	3	6,80	MC <sub>gr</sub>
	U2D	11	21,04	MNWC <sub>gr</sub>	12	14,01	MNNWC <sub>gr</sub>	16	8,54	MC <sub>gr</sub>	15	6,96	MC <sub>gr</sub>	13	5,69	MC <sub>gr</sub>
	U3D	21	17,20	MNWC <sub>gr</sub>	22	14,09	MNNWC <sub>gr</sub>	26	9,50	MC <sub>gr</sub>	25	8,15	MC <sub>gr</sub>	23	6,59	MC <sub>gr</sub>
	U4D	31	19,83	MNWC <sub>gr</sub>	32	15,94	MNNWC <sub>gr</sub>	36	9,44	MC <sub>gr</sub>	35	7,14	MC <sub>gr</sub>	33	5,67	MC <sub>gr</sub>
	U5D	41	20,16	MNWC <sub>gr</sub>	42	15,58	MNNWC <sub>gr</sub>	46	10,77	MNC <sub>gr</sub>	45	8,28	MC <sub>gr</sub>	43	6,85	MC <sub>gr</sub>
Średnio			19,99			15,22			9,56			7,70			6,32	

\*) Złamane próbki nie oddzieliły się całkowicie, do oddzielenia ich została użyta b. nieznaczna praca.

\*\*\*) Złomy próbek na udarność oznaczono wg. tabeli podanej w skróceniu na końcu niniejszego artykułu.

TABELA 5. Wielkości rozrzutów procentowych próbek na udarność.

Oznaczenie próbek na udarność	Mesnager 10×10×55 mm	Niemiecka normalna wg. D. V. M. 10×10×55 mm	W 5 5×5×30 mm	W 4 4×4×30 mm	W 3 3×3×30 mm	W 3v 3×3×30 mm	Izod Φ 11,43×L 76 mm	W 10 Φ 10×L 60 mm	W 15 Φ 10×L 60 mm	W 10v Φ 10×L 60 mm	W 15v Φ 10×L 60 mm
Stal A . . .	4,04	30,75	28,15	11,34	16,51	7,21	37,60	31,83	25,89	13,57	32,62
Stal B . . .	12,92	25,63	16,55	28,90	14,08	26,90	25,18	10,93	10,34	22,09	16,96
Stal C . . .	16,64	7,20	11,92	4,52	11,70	16,60	7,19	8,10	6,43	9,31	2,88
Stal D . . .	29,46	30,67	25,38	33,49	40,48	41,54	49,08	17,75	14,21	13,28	10,63
Suma . . .	63,06	94,25	82,00	78,25	82,77	92,25	119,05	68,61	56,87	58,25	63,09
Średnia . . .	3,31	4,71	4,10	3,91	4,13	4,61	5,95	3,43	2,99	2,91	3,15

## porównawczych prób udarności.

W 3v 3×3×30 mm głębokość karbu gt=0,6 mm promień karbu r=0,25 mm			Izod $\Phi$ 11,43×L 76 głębokość karbu gt=3,3 mm promień karbu r=0,25 mm			W 10 $\Phi$ 10×L 60 mm głębokość karbu gt=1 mm promień karbu r=1 mm			W 15 $\Phi$ 10×L 60 mm głębokość karbu gt=1,5 mm promień karbu r=1 mm			W 10v $\Phi$ 10×L 60 mm głębokość karbu gt=1 mm promień karbu r=0,25 mm			W 15v $\Phi$ 10×L 60 mm głębokość karbu gt=1,5 mm promień karbu r=0,25 mm			
Nr. próbki	U kgm/cm <sup>2</sup>	Złom	Nr. próbki	U kgm/cm <sup>2</sup>	U kgm	Złom	Nr. próbki	U kgm/cm <sup>2</sup>	Złom	Nr. próbki	U kgm/cm <sup>2</sup>	Złom	Nr. próbki	U kgm/cm <sup>2</sup>	Złom	Nr. próbki	U kgm/cm <sup>2</sup>	Złom
4	7,77	MC <sub>g</sub> *)	11	14,03*	10,93	M <sub>1</sub> ZC <sub>g</sub> *)	7	18,79	M <sub>2</sub> ZC <sub>g</sub> *)	8	10,21	M Z	9	11,07	M ZC <sub>g</sub> *)	10	8,67	M Z
14	7,83	MC <sub>g</sub> *)	12	16,92*	13,18	M <sub>2</sub> ZC <sub>g</sub> *)	17	16,15	M <sub>2</sub> ZC <sub>g</sub> *)	18	12,26	M Z	19	11,42	M ZC <sub>g</sub> *)	20	8,57	M Z
24	7,55	MC <sub>g</sub> *)	13	15,04*	11,72	M ZC <sub>g</sub> *)	27	15,77	M <sub>2</sub> ZC <sub>g</sub> *)	28	10,39	M Z	29	11,31	M ZC <sub>g</sub> *)	30	7,48	M Z
34	7,93	MC <sub>g</sub> *)	14	17,05*	13,28	M ZC <sub>g</sub> *)	37	16,61	M <sub>2</sub> ZC <sub>g</sub> *)	38	10,55	M Z	39	11,07	M ZC <sub>g</sub> *)	40	7,66	M Z
44	7,67	MC <sub>g</sub> *)	15	17,18*	13,38	M ZC <sub>g</sub> *)	47	18,10	M <sub>2</sub> ZC <sub>g</sub> *)	48	15,41	MC g <sup>1)</sup>	49	10,28	M ZC <sub>g</sub> *)	50	8,83	M Z
	<b>7,75</b>			<b>16,04</b>	<b>12,50</b>			<b>17,08</b>			<b>10,85</b>			<b>11,03</b>			<b>8,24</b>	
4	4,89	M Z	11	7,77	6,05	M <sub>1</sub> Z	7	8,71	M Z	8	7,40	M Z	9	5,45	MZk	10	4,00	Zk
14	4,82	M Z	12	6,29	4,90	M Z	17	8,87	M Z	18	7,64	M Z	19	4,83	MZk	20	4,15	Zk
24	5,41	M Z	13	7,01	5,46	M Z	27	8,45	M Z	28	7,27	M Z	29	5,72	MZk	30	4,15	Zk
34	5,13	M Z	14	6,80	5,30	M Z	37	9,15	M Z	38	7,55	M Z	39	5,23	MZk	40	4,41	Zk
44	4,44	M Z	15	7,06	5,50	M Z	47	8,67	M Z	48	7,79	M Z	49	5,23	MZk	50	3,89	Zk
	<b>4,94</b>			<b>6,99</b>	<b>5,44</b>			<b>8,77</b>			<b>7,53</b>			<b>5,29</b>			<b>4,12</b>	
4	6,47	MC <sub>g</sub> *)	11	14,38*)	11,20	MC <sub>g</sub> *)	7	14,52	MC <sub>g</sub> *)	8	11,38	MC <sub>g</sub> *)	9	11,46	MC <sub>g</sub> *)	10	9,71	M
14	6,78	MC <sub>g</sub> *)	12	14,83*)	11,55	MC <sub>g</sub> *)	17	14,16	MC <sub>g</sub> *)	18	11,79	MC <sub>g</sub> *)	19	11,70	MC <sub>g</sub> *)	20	9,69	M
24	6,31	MC <sub>g</sub> *)	13	14,63*)	11,40	MC <sub>g</sub> *)	27	14,26	MC <sub>g</sub> *)	28	11,69	MC <sub>g</sub> *)	29	11,93	MC <sub>g</sub> *)	30	9,61	M
34	6,52	MC <sub>g</sub> *)	14	14,31*)	11,15	MC <sub>g</sub> *)	37	14,20	MC <sub>g</sub> *)	38	11,48	MC <sub>g</sub> *)	39	12,17	MC <sub>g</sub> *)	40	9,53	M
44	7,00	MC <sub>g</sub> *)	15	14,89*)	11,60	MC <sub>g</sub> *)	47	14,87	MC <sub>g</sub> *)	48	11,74	MC <sub>g</sub> *)	49	11,61	MC <sub>g</sub> *)	50	9,61	M
	<b>6,62</b>			<b>14,61</b>	<b>11,38</b>			<b>14,40</b>			<b>11,62</b>			<b>11,77</b>			<b>9,63</b>	
4	5,89	MC <sub>g</sub> *)	11	16,28*)	12,68	MNWC <sub>g</sub> *)	7	12,13	MNC <sub>g</sub> *)	8	10,60	MC <sub>g</sub> *)	9	9,37	MNN	10	7,71	MNN
14	4,97	MC <sub>g</sub> *)	12	11,68*)	9,10	MNWC <sub>g</sub> *)	17	11,35	MNC <sub>g</sub> *)	18	9,87	MNC <sub>g</sub> *)	19	9,28	MNN	20	7,27	MNN
24	4,91	MC <sub>g</sub> *)	13	13,97*)	10,88	MNWC <sub>g</sub> *)	27	11,47	MNC <sub>g</sub> *)	28	9,92	MNC <sub>g</sub> *)	29	9,15	MNN	30	7,53	MNN
34	5,54	MC <sub>g</sub> *)	14	12,54*)	9,77	MNWC <sub>g</sub> *)	37	12,07	MNC <sub>g</sub> *)	38	10,39	MNC <sub>g</sub> *)	39	9,85	MNN	40	7,84	MNN
44	6,25	MC <sub>g</sub> *)	15	12,87*)	10,03	MNWC <sub>g</sub> *)	47	12,67	MNC <sub>g</sub> *)	48	10,52	MNC <sub>g</sub> *)	49	9,74	MNN	50	7,66	MNN
	<b>5,51</b>			<b>13,47</b>	<b>10,49</b>			<b>11,94</b>			<b>10,26</b>			<b>9,48</b>			<b>7,60</b>	

<sup>1)</sup> Próbek na udarność Nr. 1 i Nr. 48 pobranych ze stali A nie brano pod uwagę z powodu skośnego przebiegu złomu (pr. Nr. 1) względnie wybitnie występującej różnicy wyglądu złomu w porównaniu z próbkami sąsiednimi (pr. Nr. 48).

firmy Amsler - Schaffhausen. Młot 30 kgm w normalnym wykonaniu firmy Amsler, typ 30PH130 został użyty do badania próbek Mesnager, niemieckich normalnych, wg D. V. M. Izoda i próbek okrągłych 10 mm, podanych na ryc. 1 i ryc. 2. Wszystkie próbki łamano pod tym młotem ze stałą szybkością końcową w chwili uderzenia, która wynosiła ok. 4,4 m/sek.

Do badań małych próbek na udarność użyto młota Amslera do 4 i 7 kgm, ze stałą szybkością uderzenia ok. 4,2 m/sek. (Ryc. 26). Mały młot na udarność przystosowano do łamania próbek, przez zmniejszenie grubości przekroju właściwego młota z 12 mm na 8 mm. To zmniejszenie przekroju młota w miejscu uderzenia umożliwiło też zmniejszenie odległości podpór łamanych próbek.

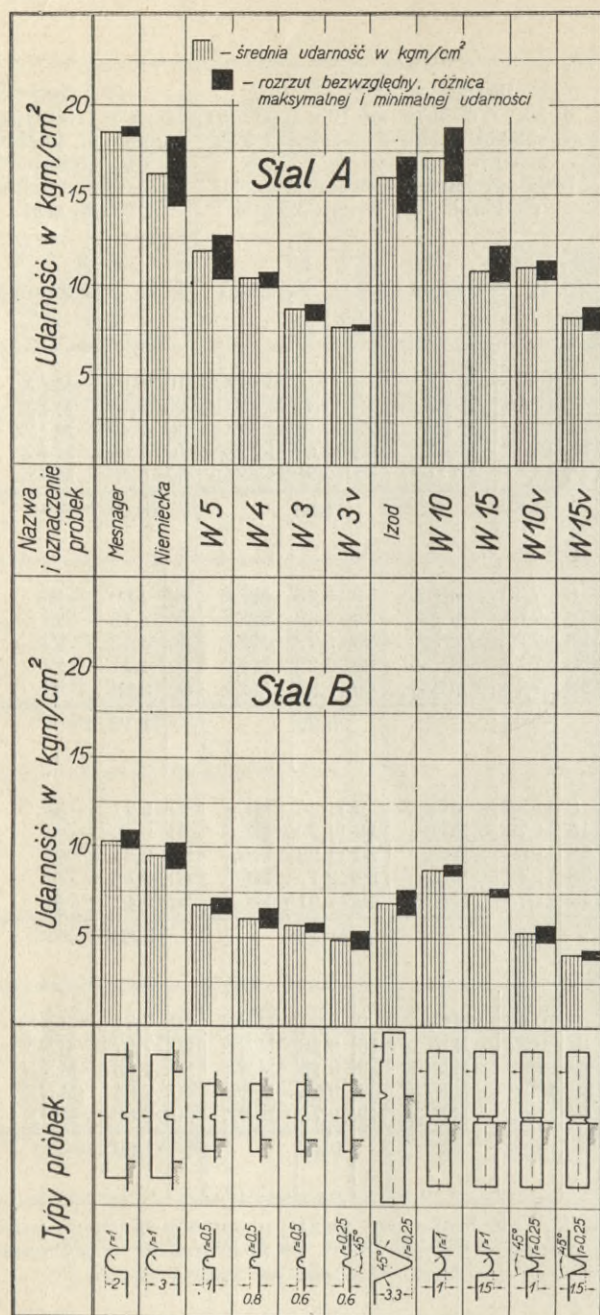
Badania próbek na udarność podanych w Tabl. 3 i 4 zostały przeprowadzone w temperaturze, która wahała się od 21 do 23° C.

W Tabl. 4 podano wyniki badań porównawczych próbek na udarność dla stali A, B, C i D,

przyczem dla każdego typu próbki wykonano po 5 próbek. Razem zatem wykonano próbek: cztery gatunki stali, razy jedenaście typów próbek, razy pięć próbek z każdego typu, t. j. razem 220 próbek.

Na wykresach ryc. 20 i ryc. 21 podano średnie wartości wyników badania podanych w Tabl. 4-tej. Średnie te obliczono z osobna dla każdego z 11 typów próbek z uzyskanych pięciu wyników udarności, dla każdego gatunku stali z osobna. Oprócz średnich wartości udarności wykresy na ryc. 20 i 21 podają nam wartości minimalne i maksymalne udarności w kgm/cm<sup>2</sup>. Różnice tych wartości przedstawiają nam t. zw. bezwzględny rozrzut wyników próbek na udarność.

Ryc. 22 podaje wykreslinie t. zw. procentowy rozrzut maksymalny, obliczony na podstawie wartości największej i najmniejszej w odniesieniu do średniej z pięciu wyników. Wykres ten charakteryzuje nam w sposób bardzo przejrzysty rozrzut procentowy dla poszczególnych typów próbek przy gatunkach stali A, B, C i D.

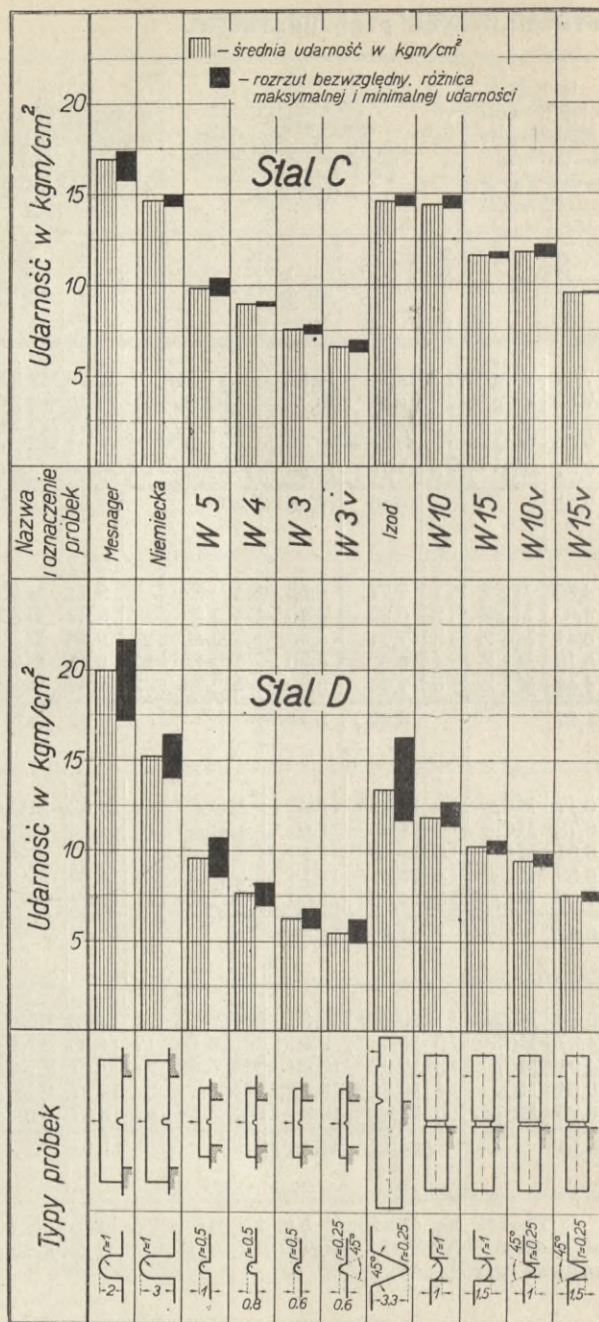


Ryc. 20.

Zestawienie średnich wyników udarności oraz bezwzględnych rozrzutów udarności dla badanych typów próbek stali A i B.

W Tabl. 5 zestawiono sumy procentowych bezwzględnych rozrzutów prób, podanych w Tabl. 4-tej. Sumy te zostały obliczone w ten sposób, że dla każdego pięciu wyników udarności wyznaczono ich średnią, od której obliczono procentowe odchyłki bezwzględne dla każdego wyniku z osobna. Sumy tych pięciu odchyłek podano w Tabl. 5-tej, osobno dla każdego gatunku stali i typu próbki. Średnia całkowita dla każdego typu próbki otrzymana ze sumowania rozrzutów poszczególnych stali charakteryzuje nam dany typ próbki.

Od normalnej próbki na udarność powinniśmy wymagać między innymi małej rozbieżności wyników, uzyskanych przy próbkach jednego typu, pobranych z tego samego gatunku stali.



Ryc. 21.

Zestawienie średnich wyników udarności oraz bezwzględnych rozrzutów udarności dla badanych typów próbek stali C i D.

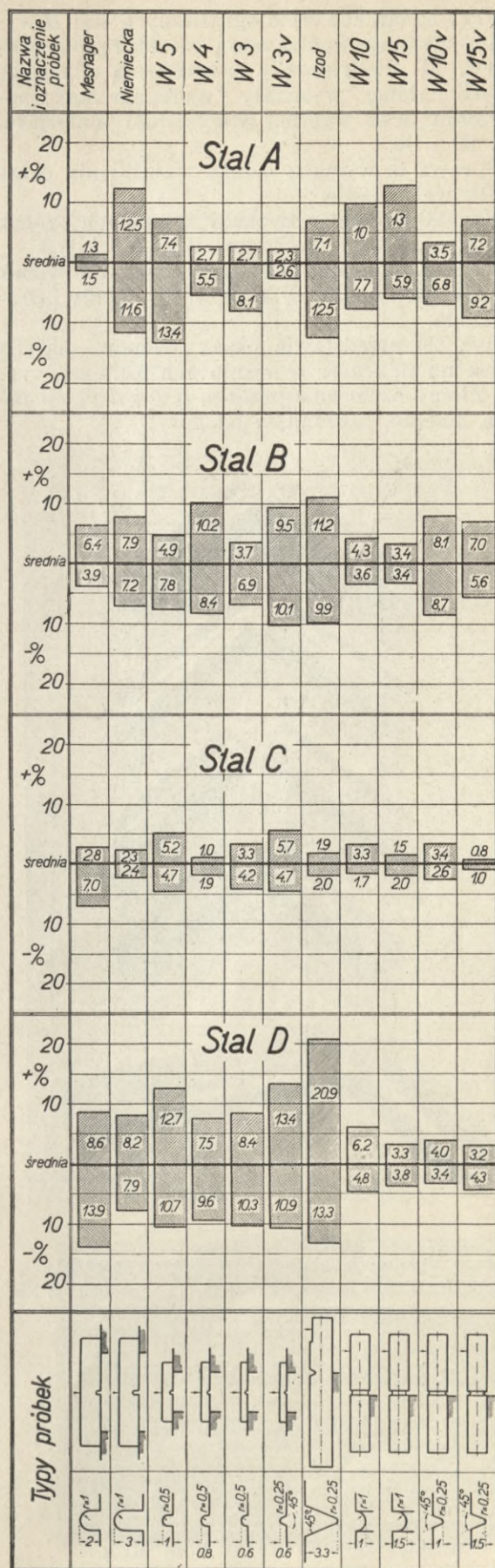
Podany w Tabl. 5 procentowy rozrzut bezwzględny próbek użytych do badań porównawczych ustala kolejność tych próbek wg. wzrastającego rozrzutu:

- 1) próbka W10v . . . . . 2,91%
- 2) próbka W15 . . . . . 2,99%
- 3) próbka W15v . . . . . 3,15%
- 4) próbka Mesnager . . . . . 3,31%
- 5) próbka W10 . . . . . 3,43%
- 6) próbka W4 . . . . . 3,91%
- 7) próbka W5 . . . . . 4,10%
- 8) próbka W3 . . . . . 4,13%
- 9) próbka W3v . . . . . 4,61%
- 10) próbka niemiecka wg. DVM . . . . . 4,71%
- 11) próbka Izoda . . . . . 5,95%

TABELA 6. Zestawienie współczynników przeliczenia prób udarności.

Nazwa próbki	Oznaczenie stali	Mesnager	Niemiecka normalna D. V. M.	Izod <sup>1)</sup>
Mesnager 10×10×55 mm	A	1	0,88	0,66
	B	1	0,92	0,53
	C	1	0,87	0,67
	D	1	0,76	0,53
Niemiecka normalna wg. D. V. M. 10×10×55 mm	A	1,14	1	0,77
	B	1,09	1	0,57
	C	1,15	1	0,78
	D	1,31	1	0,69
W 5 5×5×30 mm	A	1,55	1,36	1,04
	B	1,49	1,38	0,79
	C	1,71	1,48	1,15
	D	2,09	1,59	1,10
W 4 4×4×30 mm	A	1,77	1,55	1,19
	B	1,70	1,57	0,90
	C	1,88	1,63	1,26
	D	2,59	1,98	1,36
W 3 3×3×30 mm	A	2,11	1,86	1,43
	B	1,81	1,67	0,96
	C	2,23	1,93	1,50
	D	3,16	2,41	1,66
W 3 v 3×3×30 mm	A	2,39	2,10	1,61
	B	2,08	1,92	1,10
	C	2,56	2,21	1,72
	D	3,63	2,76	1,90
Izod <sup>1)</sup> Φ11,43×L76 mm	A	1,51	1,30	1
	B	1,89	1,74	1
	C	1,49	1,29	1
	D	1,90	1,45	1
W 10 Φ 10×L 60 mm	A	1,08	0,95	0,73
	B	1,17	1,08	0,62
	C	1,18	1,02	0,79
	D	1,67	1,27	0,88
W 15 Φ 10×L 60 mm	A	1,70	1,49	1,15
	B	1,37	1,26	0,72
	C	1,46	1,26	0,98
	D	1,95	1,48	1,02
W 10 v Φ 10×L 60 mm	A	1,68	1,47	1,13
	B	1,94	1,79	1,03
	C	1,44	1,25	0,97
	D	2,11	1,60	1,11
W 15 v Φ 10×L 60 mm	A	2,25	1,97	1,52
	B	2,50	2,30	1,32
	C	1,76	1,52	1,18
	D	2,63	2,00	1,38

<sup>1)</sup> Podane w tych rubrykach współczynniki przeliczenia dotyczą wartości otrzymanych w kgm na próbce.



Ryc. 22.

Zestawienie maksymalnych rozrzutów procentowych wyników prób udarności.

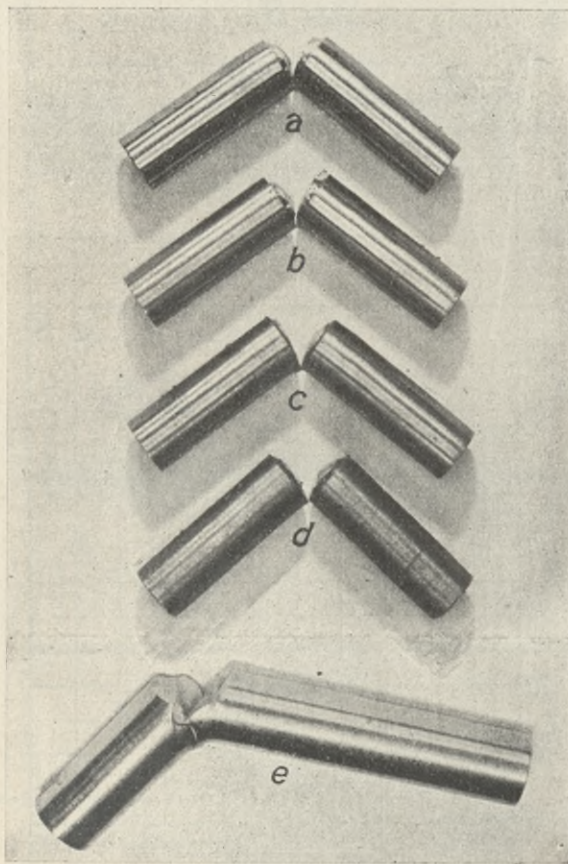
Przy badaniach metalograficznych stal *D* wykazała wybitnie kontrastową strukturę pierwotną, ryc. 11. Potwierdziły to próbki na udarność, których złomy wykazały nieregularność powierzchni oraz wybitną włóknistość materiału. Ryc. 29 i 30.

Sprawa ta wymaga jednak wyjaśnienia przez dodatkowe badanie.

Ryc. 23 przedstawia okazy złamanych próbek na udarność typu Mesnager, W5, W4 i W3.

Ryc. 24 przedstawia okazy złamanych próbek na udarność typu W10, W15, W10v, W15v i próbki Izoda.

Ryc. 25 przedstawia okazy złomów małych próbek na udarność o wymiarach  $5 \times 5$  mm typ. W5. Złomy oznaczone przez *a*, *b*, *c* i *d* przedstawiają kolejno, zaczynając od góry:



Ryc. 24.

Okazy złamanych, okrągłych próbek na udarność „a” próbka W10, „b” próbka W15, „c” próbka W10v, „d” próbka W15v, „e” próbka Izoda.

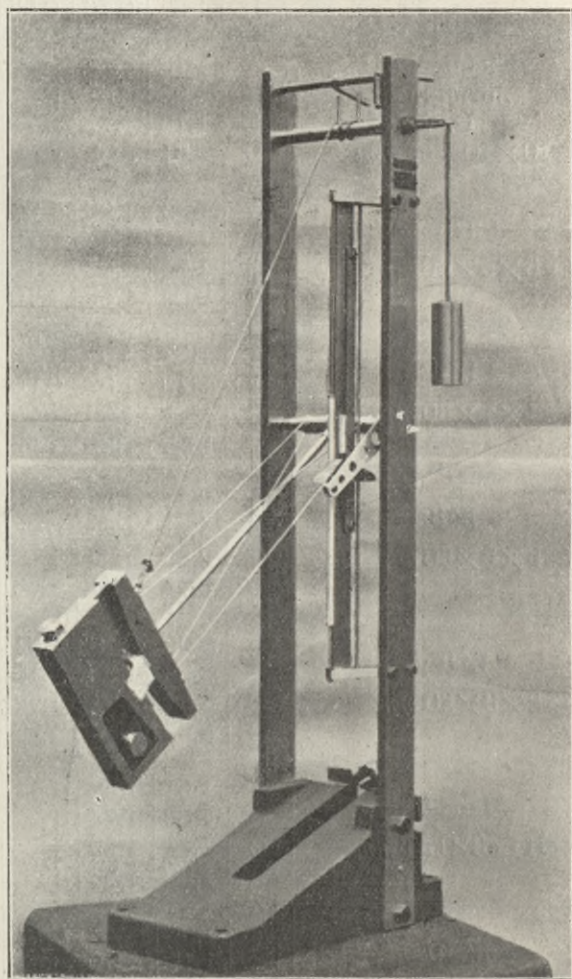
- „a” próbka stali A Nr. 16 złom  $M^{1/3}ZCg$ ;
- próbka stali A Nr. 6 złom  $MCg$ ;
- „b” próbka stali B Nr. 26 złom  $M^{1/2}Z$ ;
- próbka stali B Nr. 16 złom  $M^{1/2}Z$ ;
- „c” próbka stali C Nr. 16 złom  $MCg$ ;
- próbka stali C Nr. 36 złom  $MCg$ ;
- „d” próbka stali D Nr. 16 złom  $MCg$ ;
- próbka stali D Nr. 6 złom  $MCg$ .

#### WNIOSKI.

Autor wykazuje, że w badaniach wielu materiałów i elementów konstrukcyjnych istnieje poważna luka spowodowana niemożnością zastosowania próby udarności ze względu na wymiary do-

tychczas stosowanych próbek normalnych. Badania porównawcze nad różnymi typami małych próbek zaprojektowanych przez autora zestawionych na ryc. 1 i 2 wskazują, że rozrzut wartości dla tych próbek może być utrzymany w tych granicach (Tabl. 5), jak dla próbek normalnych typu Mesnager, Izoda lub niemieckiej typu DVM. Zależy to od staranności wykonania próbek, jak w powyższym badaniu oraz doboru młota udarnego.

Przy projektowaniu małych próbek na udarność wzięto pod uwagę możliwość przeprowadzenia badań również nad małymi próbkami



Ryc. 26.

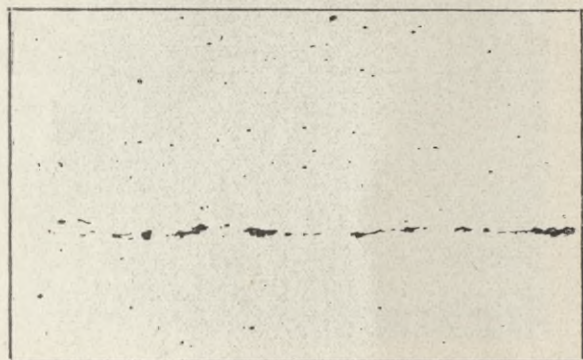
Mały młot f. Amster 4 i 7 kgm, do badań udarności.

okrągłymi o różnych wymiarach i kształcie ryc. 2. Przed zaczęciem tych badań wykonano wstępne próby porównawcze nad próbkami okrągłymi o podanym kształcie: W10, W15, W10v i W15v. Wyniki tych badań wskazują, że rozrzut wartości udarności jest tego samego rzędu jak dla próbki typu Mesnager, zaś mniejszy od rozrzutu jaki wykazały próbki niemiecka i Izoda. Wskazuje to, że próbki okrągłe z karbem obwodowym mogą mieć równe możliwości stosowania, jak próbki kwadratowe. Za stosowaniem tych próbek przemawia również prostota ich wykonania w porównaniu z próbkami kwadratowymi. Na szczególne wyróżnienie zasługuje próbka W10v, która będzie przedmiotem dalszych badań na równi z małymi próbkami okrągłymi.

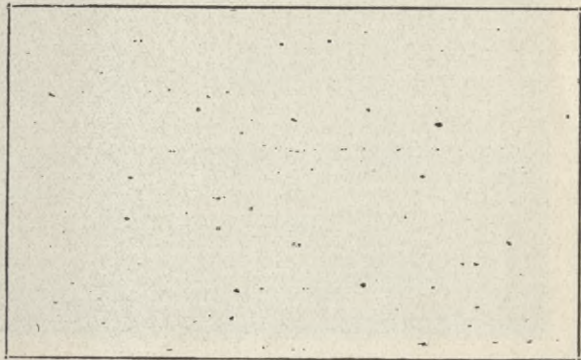


TABLICA I.

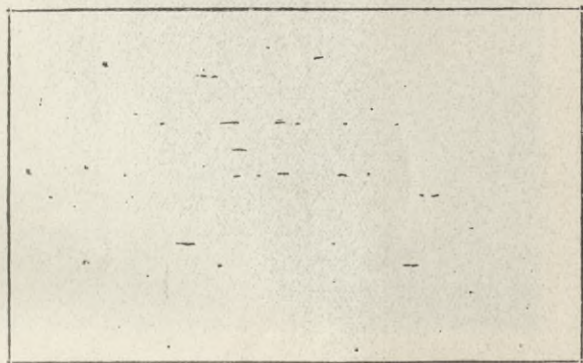
Zdjęcia makro- i mikroskopowe do art. Inż. T. Włodka, p. t.  
„Badania nad doбором kształtu małej próbki na udarność“.



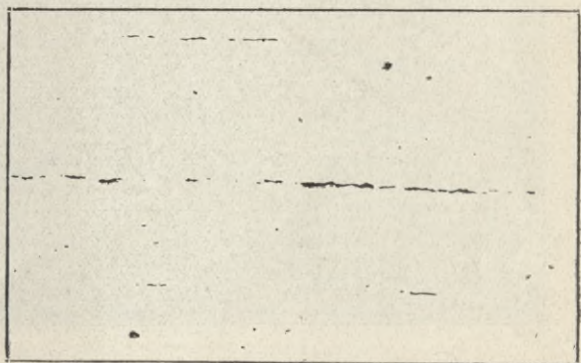
nietr. Ryc. 4\*). pow. = 50  
Zanieczyszczenia niemetaliczne HDD + INP. b. nie-  
liczne, b. drobne + b. nieliczne, normalne, podłużne.  
Stal A.



nietr. Ryc. 5. pow. = 50  
Zanieczyszczenia niemetaliczne VDD + ID b. liczne,  
b. drobne + b. nieliczne, drobne.  
Stal B.



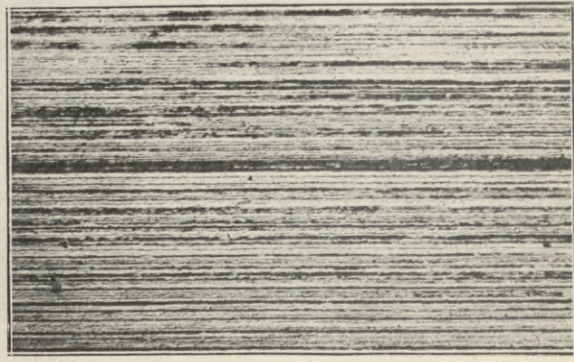
nietr. Ryc. 6. pow. = 50  
Zanieczyszczenia niemetaliczne IIID. Przekiętne.  
b. drobne.  
Stal C.



nietr. Ryc. 7. pow. = 50  
Zanieczyszczenia niemetaliczne IIDD + IDP. Nie-  
liczne, b. drobne + b. nieliczne, drobne, podłużne.  
Stal D.



Oberhoffer. Ryc. 8. pow. = 5  
Struktura pierwotna, jednokierunkowa — widoczna.  
Stal A.



Oberhoffer. Ryc. 9. pow. = 5  
Struktura pierwotna, jednokierunkowa — wyraźna.  
Stal B.

\*) Oznaczenia zanieczyszczeń niemetalicznych przeprowadzono wg. tabeli oznaczeń Inż. T. Włodka, podanej w Publikacjach M. S. D. P. L. r. 1935.

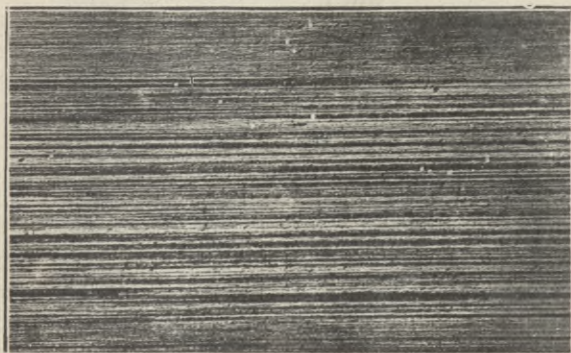


TABLICA II.

Zdjęcia makro- i mikroskopowe do art. Inż. T. Włodka, p. t.  
„Badania nad dobrem kształtu małej próbki na udarność“.



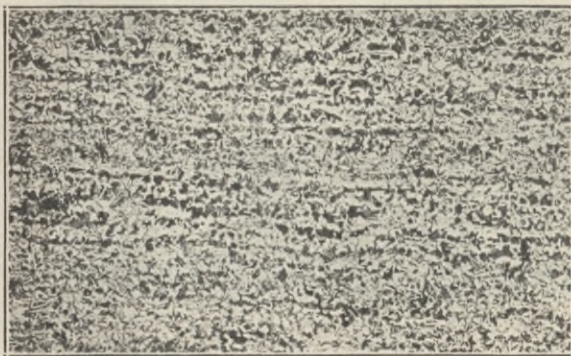
Oberhoffer. Ryc. 10. pow. = 5  
Struktura pierwotna, jednokierunkowa — wyraźna.  
Stal C.



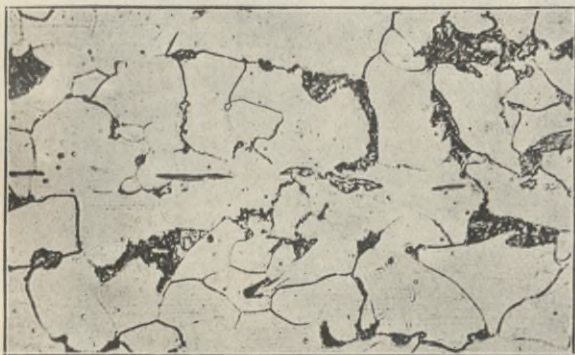
Oberhoffer. Ryc. 11. pow. = 5  
Struktura pierwotna, jednokierunkowa — kontrastowa  
Stal D.



Kw. azol. Ryc. 12. pow. = 100  
Struktura drobnoziarnista. Ferryt i perlit na grani-  
cach ziarn.  
Stal A.



Kw. azol. Ryc. 14. pow. = 100  
Struktura drobnoziarnista. Ferryt z perlitem twor-  
rzy miejscowe, pasmkowe ugrupowanie.  
Stal B.



Kw. azol. Ryc. 13. pow. = 500  
Struktura drobnoziarnista. Ferryt i perlit na grani-  
cach ziarn przy miejscowym, pasmkowym ugrupo-  
waniu.  
Stal A.

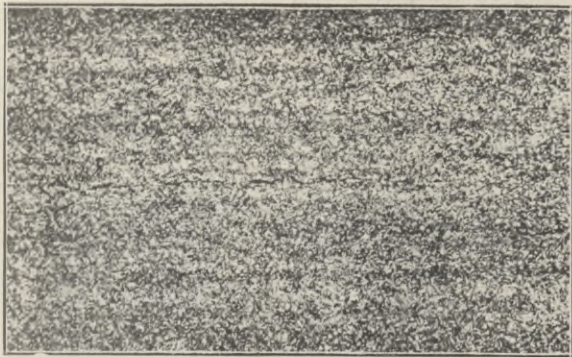


Kw. azol. Ryc. 15. pow. = 500  
Struktura drobnoziarnista. Ferryt z perlitem tworzy  
miejscowe, pasmkowe ugrupowanie.  
Stal B.

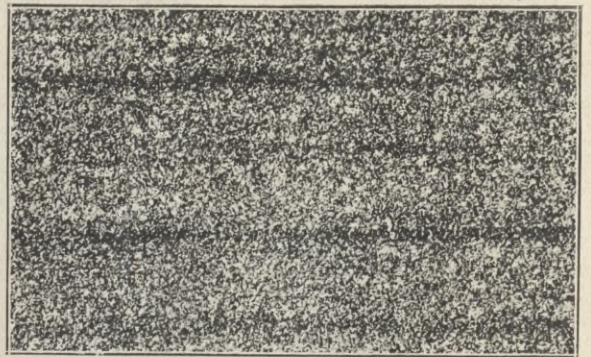


TABLICA III.

Zdjęcia makro- i mikroskopowe do art. Inż. T. Włodka, p. t. „Badania nad doborem kształtu małej próbki na udarność“.



Kw. azot. Ryc. 16. pow. = 100  
Sorbil. Pasma niejednorodne, słabo widoczne.  
Stal C.



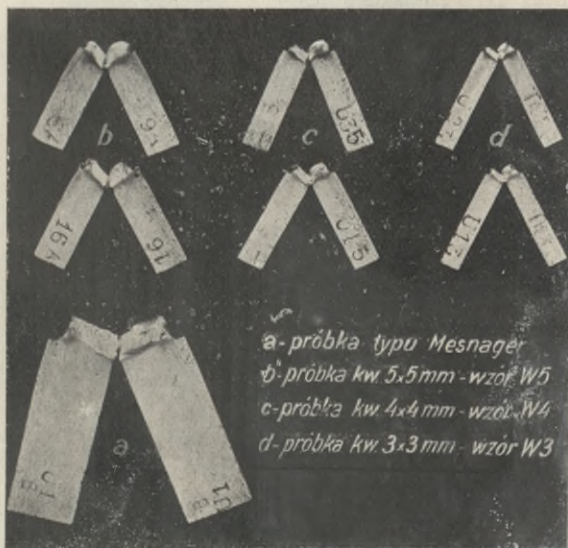
Kw. azot. Ryc. 18. pow. = 100  
Sorbil. Pasma niejednorodne, wyraźne.  
Stal D.



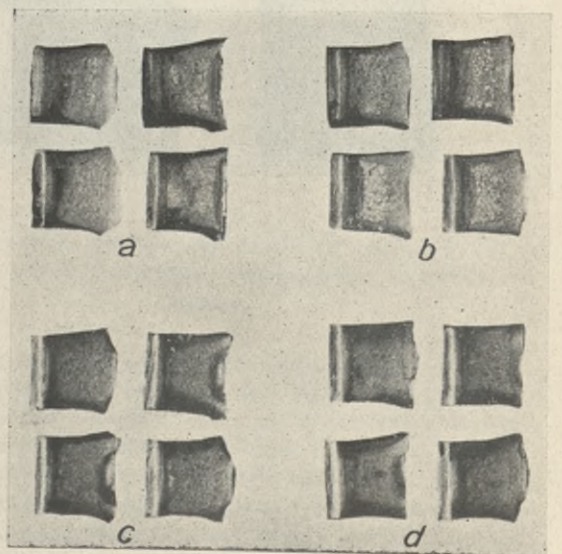
Kw. azot. Ryc. 17. pow. = 500  
Sorbil. Stal C.



Kw. azot. Ryc. 19. pow. = 500  
Sorbil. Stal D.



Ryc. 23.  
Okazy złamanych, kwadratowych próbek na udarność.



Ryc. 25. Pow. = 2.  
Okazy złomów małych próbek na udarność 5x5 mm typ. W5.

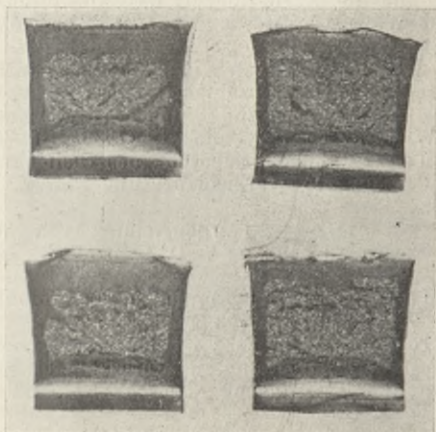


### Objaśnienie do oznaczeń złomów próbek na udarność.

Przy badaniach próbek na udarność, których wyniki podano w Tabl. 3 i 4, zastosowano dodatkowo oznaczenia złomów próbek udarnościoowych wg. tabeli opracowanej przez autora. Zastosowanie tej tabeli zostało omówione na VI. Zjeździe Inżynierów Mechaników Polskich<sup>1)</sup>.

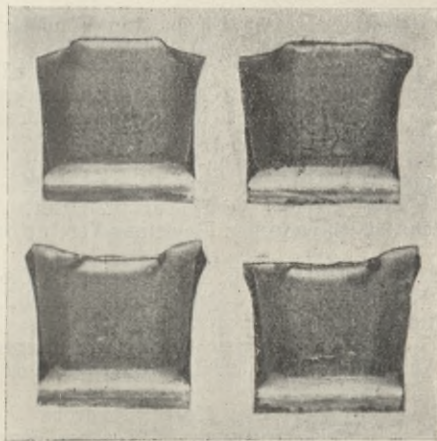
Symbole tabeli oznaczeń złomów próbek na udarność podano poniżej:

1. „M” — złom matowy.
2. „MM” — złom matowy wybitnie drobno-ziarnisty.
3. „Z” — złom o drobnych ziarnach błyszczących.
4. „ZZ” — złom o większych ziarnach błyszczących.



Ryc. 27.

Złomy próbek na udarność oznaczone: M 2/5Z, M 3/5Z (złomy matowe w 2/5 i 3/5 ziarniste).



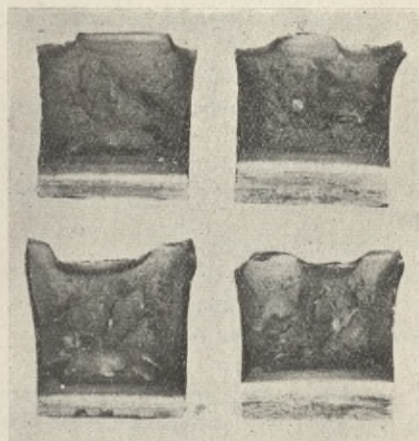
Ryc. 28.

Złomy próbek na udarność oznaczone: M Cg (złom matowy — ciągliwy).

5. „MZ” — złom matowy o przeświecających drobnych ziarnach błyszczących. (złom matowo-ziarnisty).
6. „MZZ” — złom matowy o przyświecających większych ziarnach błyszczących.
7. „N” — złom nieregularny.
8. „NN” — złom wybitnie nieregularny.
9. „W” — złom włóknisty.

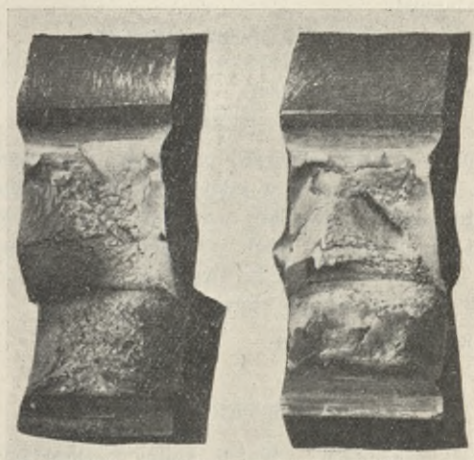
<sup>1)</sup> Inż. T. Włodek: „Próba pomocniczej oceny stali na podstawie złomu próbek wytrzymałościowych i technologicznych oraz zanieczyszczeń niemetalicznych”. Referat wygłoszony na VI. Zjeździe Inżynierów Mechaników Polskich w Warszawie w dniu 22. V. 1932 r.

10. „WW” — złom wybitnie włóknisty.
11. „F” — złom z płatkami śnieżnym.
12. „FF” — złom z licznymi płatkami śnieżnymi.
13. „S” — złom z nieznacznym żużlem.
14. „SS” — złom ze znacznym żużlem.
15. „Cg” — złom uwydatniający plastyczność (ciągliwość) materiału.
16. „K” — złom uwydatniający „kruchość” materiału.
17. ... — cyfry  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{2}{4}$ ,  $\frac{3}{4}$  i t. p. podane przy oznaczeniach „Z”, „ZZ” lub „MZ” oznaczają jaka część złomu matowego jest ziarnista względnie matowo-ziarnista.



Ryc. 29.

Złomy próbek na udarność oznaczone: M N W Cg (złom matowy, nieregularny, włóknisty, ciągliwy).



Ryc. 30.

Złomy próbek na udarność oznaczone: M N N W Cg (złom matowy, wybitnie nieregularny, włóknisty, ciągliwy).

Przez zastosowanie tej tabeli mamy możliwość w łatwy i przejrzysty sposób zarejestrować uzyskane złomy próbek na udarność. Wygląd złomu próbki na udarność jest bardzo ważnym uzupełnieniem uzyskanych wyników cyfrowych przy łamaniu próbek. Cały szereg badaczy zwraca na to uwagę i interesuje się żywo tym problemem<sup>2)</sup>.

Niektóre przykłady oznaczeń złomów próbek na udarność podają ryc. 27, 28, 29 i 30.

<sup>2)</sup> Fettweis: „Die Brucharten des Stahles und die Bedeutung des Uebergangsgebietes der Kerbzähigkeit“ St. u. E. 49 (1929). Str. 1621—27.

### Objaśnienia do oznaczeń złomów próbek na rozciąganie.

Wyniki badań próbek na rozciąganie podane w Tabl. 3-ej zostały dodatkowo uzupełnione oznaczeniami złomów. Oznaczenia tych złomów uskuteczono wg. „tabeli oznaczeń złomów próbek na rozciąganie“, opracowanej przez autora. Zastosowanie klasyfikacji złomów jako pomocniczej oceny stali zostało omówione na VI. Zjeździe Inżynierów Mechaników Polskich w Warszawie w r. 1932<sup>1)</sup>.

Celem bliższego wyjaśnienia wprowadzonych oznaczeń, podano poniżej zestawienie zastosowanych symboli tabeli złomów:

1. „A“ — złom o regularnym kształcie kielicha.
2. „B“ — złom o nieregularnym kształcie kielicha.
3. „C“ — złom skośny.
4. „CC“ — złom wybitnie skośny.
5. „P“ — złom o kształcie kielicha z płaskim dnem.
6. „PP“ — złom płaski.
7. „G“ — złom z dnem o kształcie gwiazdy.
8. „GG“ — złom z dnem o kształcie gwiazdy nieregularnej.
9. „N“ — złom nieregularny.
10. „NN“ — złom wybitnie nieregularny.
11. „W“ — złom włóknisty.
12. „WW“ — złom wybitnie włóknisty.
13. „M“ — złom matowy.
14. „Z“ — złom o drobnych ziarnach błyszczących.
15. „ZZ“ — złom o większych ziarnach błyszczących.
16. „MZ“ — złom matowy o przeświecających drobnych ziarnach błyszczących (złom matowo-ziarnisty).
17. ... — Cyfry  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{2}{4}$ ,  $\frac{3}{4}$  i t. p. podane przy oznaczeniach „Z“, „ZZ“ lub „MZ“ oznaczają jaką część złomu matowego jest ziarnista względnie matowo-ziarnista.
18. „F“ — złom z płatkami śnieżnym.
19. „S“ — złom z nieznacznym żużlem (zanieczyszczeniem niemetalicznym).
20. „SS“ — złom ze znacznym żużlem.

Podane symbole oznaczeń podaje się przy ocenie złomów w takiej kolejności, w jakiej je powyżej umieszczono. Charakterystyczne przykłady oznaczeń złomów próbek na rozciąganie, podano w tabeli wydanej przez Mechaniczną Stację Doświadczalną P. L. (wydanie pierwsze w maju r. 1932, wydanie drugie sierpień 1936).

Lwów, 1. lipiec 1936.

### SPIS LITERATURY.

- F. P. Fischer: „Welche kleine Kerbschlagprobe?“ St. u. E. 48 (1928). Str. 541—47.
- F. Fettweis: „Die Brucharten des Stahles und die Bedeutung des Uebergangsgebietes der Kerbzähigkeit“, St. u. E. 49 (1929). Str. 1621—27.
- F. Fettweis: „Kerzbähigkeit“, Werkstoffhandbuch Stahl und Eisen, D. 1, Str. 1—5 (1932).
- R. Mailänder: „Zur Normung einer kleinen Kerbschlagprobe“, St. u. E. 55 (1935). Str. 749/54. Str. 779/86.
- R. Mailänder: „Internationale Vereinheitlichung der Probenform für Kerbschlagversuche“, St. u. E. 55 (1935). Str. 1456/58.

<sup>1)</sup> Inż. T. Włodek: „Próba pomocniczej oceny stali na podstawie złomu próbek wytrzymałościowych i technologicznych oraz zanieczyszczeń niemetalicznych“. Referat wygłoszony na VI. Zjeździe Inżynierów Mechaników Polskich w Warszawie w dniu 22. V. 1932 r.

W. Kuntze: „Kerzbähigkeit und statische Kennziffern“. Archiv Eisenhüttenwesen, 2 (1928/29). Str. 583—590.

F. Fettweis: „Die Kerbschlagprobe, Entwicklung und Kritik“. Archiv Eisenhüttenwesen, 2 (1928/29). Str. 625—74.

A. Krüger: „Die Alterung der Werkstoffe“. Archiv Eisenhüttenwesen, 3 (1929/30). Str. 721—30.

G. Schmidt: „Einfluss der im technischen Eisen enthaltenen Verunreinigungen auf die Kerbzähigkeit“. Archiv Eisenhüttenwesen, 8 (1934/35). Str. 263—67.

E. Dobinsky, H. Hanemann: „Einfluss von Wärmebehandlungen zwischen A<sub>1</sub> u. A<sub>3</sub> auf Gefüge und Kerbschlagzähigkeit kohlenstoffarmen Flusstahls“. Archiv Eisenhüttenwesen, 9 (1935/36). Str. 359—66.

Fr. Körber, A. Pomp: „Einfluss der Vorbehandlung auf die Kerbzähigkeit des Flusseseisens in der Kälte und Wärme“. Mitt. K. W. Inst. Eisenforschung 7 (1925). Str. 33—43.

Fr. Körber, K. Wallmann: „Einfluss der Probenform auf die Kerbzähigkeit von Grobblechen verschiedener Zusammensetzung und Wärmebehandlung“. Mitt. K. W. Inst. Eisenforschung 12 (1930). Str. 193—202.

P. Ludwik: „Die Bedeutung des Gleit- und Reisswiderstandes für die Werkstoffprüfung“. Z. V. D. I. 71 (1927). Str. 1532—38.

W. Schwinnig: „Beurteilung von Werkstoffen nach Kerbversuchen“, Z. V. D. I. 73 (1929). Str. 321—329.

M. Moser: „Zur Normung des Kerbschlagversuches“, Z. V. D. I. 76 (1932). Str. 257—261.

W. Schwinnig, F. Fischer: „Versuche über den Einfluss der Temperatur auf Kerbzähigkeit und Härte von Aluminiumlegierungen“. Zeitschr. Metallkunde 22 (1930). Str. 1—7.

W. A. Güldner: „Ueber die Kerbzähigkeit einiger Aluminiumlegierungen, insbesondere bei tiefen Temperaturen“. Zeitschr. Metallkunde 22 (1930). Str. 257—68, Str. 412—16.

F. Sauerwald: „Das Auftreffen des Hammers beim Kerbschlagversuch“. Zeitschr. Metallkunde 24 (1932). Str. 6.

M. Rudeloff: „Das Eichen von Pendelschlagwerken“. Messtechnik 5 (1929). Str. 31—38.

R. Mailänder, F. P. Fischer: „Verhältniszahlen zwischen denen mit verschiedenen Probenformen erreichten Kerbzähigkeitszahlen“. Kruppsche Monatsh. 10 (1929). Str. 99—102.

W. Kuntze: „Kritische Kerbzähigkeitswerte“. Metallwirtschaft 8 (1929). Str. 992—98, Str. 1011—17.

K. Baatz: „Wesen und Wert der Kerbschlagprobe“. Zeitschr. d. Bayerischen Revisions-Vereins 1931, Str. 1—7.

W. Schwinnig, K. Matthaes: „Die Bedeutung der Kerbschlagprobe“. Deutscher Verband f. d. Materialprüfungen d. Technik. Nr. 78.

E. Honegger: „Ueber die Kerbschlagprobe“. — Schweiz. Verband f. d. Materialprüfungen d. Technik. Bericht Nr. 5, 1927.

M. Roš: „Ueber die Kerbschlagprobe“. Schweiz. Verband f. d. Materialprüfungen d. Technik. Bericht Nr. 5, 1927.

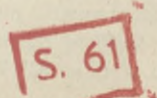
J. Bartel: „Zur Frage der Kerbzähigkeit des Schienenwerkstoffes“. III. Internationale Schienentagung. Str. 107—114. Budapest 1935.

H. Holdt: „Die Kerbschlagbiegeprobe und ihre Versuchsbedingungen“. Veröffentl. d. Zentralverbandes Preuss. Dampfkessel- Ueberw.- Vereine Bd. VII. Str. 5—66.

K. Baatz: „Versuche zur Ermittlung von Verhältniszahlen zwischen Kerbzähigkeitswerten bei verschiedenen Probeabmessungen“. Veröffentl. d. Zentralverbandes Preuss. Dampfkessel- Ueberw.- Vereine Bd. VII. Str. 71—87.

E. Starck: „Die Entwicklung und der heutige Stand der Kerbschlagprobe“. Sonderabdruck aus den „H. D. I. Mitteilungen des Hauptvereines deutscher Ingenieure in der Tschechoslowakischen Republik“. 1933.

E. Schneider: „Ueber die Kerbschlagprobe bei Schweisstahl“. Mitt. aus den Forschungsanstalten Gutehoffnungshütte 2 (1933). Str. 99—107.











WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

III 17265  
L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000253901