

O DOŚWIADCZENIACH
DOKONYWANYCH Z BLACHĄ STALOWĄ,
ZE WZGLĘDU NA JEJ ZASTOSOWANIE
DO BUDOWY KOTŁÓW PAROWYCH,

według źródeł angielskich,

PODAŁ

S. M. Roguski,

INŻYNIER-MECHANIK.

(Dokończenie).

Samo przez się nasuwa się pytanie, w jaki sposób powinny być wykonane szwy przy użyciu blach stalowych, jakie mają być odnośne wymiary, czy wreszcie lepiej jest używać nitów żelaznych czyli też stalowych? Teoretyczny rachunek daje odpowiedź na wszystkie te kwestye o tyle, o ile przy obliczeniu oprzeć się możemy na wynikach doświadczeń, łącząc w ten sposób teorią z praktyką. Doświadczenia odnoszące się do tego przedmiotu, aczkolwiek nie bardzo liczne, mają przecież tę wielką zaletę, że były umyślnie w tym celu przedsiębrane i że według możności uwzględniano przy ich dokonywaniu to wszystko, co do wyjaśnienia rozmaitych wątpliwości przyczynić się mogło.

Przyjmując jakikolwiekby system składania szwów i pewne prawidła, według których mają być oznaczane wymiary nitów, odstęp pomiędzy nimi i t. d., — musimy mieć na względzie odrębne własności użytych metalów, oraz konieczność jak największej szczelności szwu. Nit mniejszy i częstszy, dając się łatwiej założyć, szczególniej w zagięciach, łączy blachy szczelniej aniżeli nit większy; w ogóle zaś szew szczelny, chociażby nie zupełnie prawidłowy, lepszym będzie, praktycznie rzeczy biorąc, aniżeli wszelki inny, który pod tym względem pozostawiać będzie cośkolwiek do życzenia. Wiemy z doświadczenia, że szew rzadki z grubszym nitem, jako mniej szczelny, bardzo często staje się powodem wypadków

a jeszcze częściej kosztownej i trudnej naprawy,—gdy tymczasem szew gęsty o słabszym nicie wytrzymuje daleko lepiej i z tego względu w praktyce winien mieć pierwszeństwo. Należy mieć nadto na względzie że blacha rdzewieje i niszczy się szybko, gdy kocioł ciec zaczyna; blacha stalowa jako cieńsza od żelaznej, pomijając nawet silniejsze działanie czynników chemicznych (które jednakże należy mieć na względzie), prędzej też zniszczyć się może w takim razie.

Wybór systemu szwu zależnym jest w praktyce od warunków, w jakich ma pracować kocioł. Dla blach żelaznych przyjęto szerokość szwu równą 3 razy wziętej średnicy nita, czyli odległość a pomiędzy linią środkową nitów i katem blachy—równą $1\frac{1}{2}$ razy wziętej średnicy nitów d . Nieco dokładniej obliczając, otrzymamy wielkość a ze wzoru empirycznego $\left(a - \frac{d}{2}\right)\delta = \frac{5}{4} \frac{\pi d^2}{4}$ w którym δ oznacza grubość blachy.

Wytrzymałość szwu (pozostawiając mniejsze wymiary nitów i gęściej je rozstawiając ze względu na szczelność) można podnieść zwiększając a , jednakże tylko do pewnego stopnia, ponieważ tym sposobem szew staje się zawsze mniej szczelnym. W szwach podwójnych, szczególnież też zygzakowatych, lub też w szwach zektniętych i krytych, najłatwiej tym sposobem zwiększyć można wytrzymałość połączenia.

Biorąc dla przykładu pojedynczy szew zwyczajny blach żelaznych, zauważymy iż niezbędnem jest ażeby wytrzymałość na rozciąganie w przecięciu po linii środkowej szwu, równą była wytrzymałości nitów na rozcięcie. Przypuszczając iż siła rozciągająca rozkłada się całkiem jednostajnie na całej powierzchni podłużnego przecięcia, że wreszcie nity są jednorodne i nie mają żadnych wad a blacha przy dziurawieniu nie została uszkodzoną, mieć będziemy wyrażenia:

$$\frac{e}{\delta} = \frac{\pi}{4} \cdot s \left(\frac{d}{\delta}\right)^2 + \frac{d}{\delta} \text{ i } \varphi = \frac{1}{1 + \frac{4}{\pi s d} \delta}, \text{ w któ-}$$

rych δ oznacza grubość blachy, d — średnicę nitów, e — krok czyli odległość pomiędzy środkami 2 nitów, s — współczynnik praktyczny z poprzednio podanego wzoru, φ teoretyczny stosunek wytrzymałości szwu do wytrzymałości nienaruszonej blachy. Odległość a od linii środkowej szwu do kantu blachy daje się otrzymać z poprzednio podanego wzoru.

W zastosowaniu do kotłów parowych, ze względu na konieczną szczelność szwu, przyjmuje się stosunek $\frac{d}{\delta} = 1,5$ do 2, przy użyciu blach stalowych bierze się $\frac{d}{\delta} = 2$. Teoretyczny krok wynosi około $7,6\delta$, w praktyce jednak bardzo rzadko bywa większy od $4,25\delta$.

We Francyi i w Belgii najczęściej stosują następujące empiryczne wzory *Lemaitre'a*: $d = 4 + 1,5\delta$, $e = 10 + 2d$, $a = 1,5d$, przy szwie podwójnym zaś $e = 20 + 3d$. Wzory te obliczone są w milimetrach. W kotłach o wysokim ciśnieniu a szczególnie stalowych przyjmuje się często $d = 2\delta$.

Zmniejszając grubość blachy w kotłach stalowych w stosunku większej wytrzymałości stali o 25%, zmniejszamy średnice nitów i krok, tak że przyjmując grubość blachy za jednostkę będziemy mieli odpowiednie wartości 2δ i $4,4\delta$ dla szwu pojedynczego, 2δ i $6,8\delta$ dla podwójnego, przyczem φ będzie równe 0,54 i 0,70 pierwotnej wytrzymałości nienaruszonej blachy. Praktyka bardzo często jest w niejkiej sprzeczności z teorią, stawiając nieco odmienne wymagania. Im większą weźmiemy średnicę nitów, tem szew będzie mocniejszy, musimy jednakże zwiększyć jednocześnie krok, ażeby nie osłabiać blachy i utrzymać równowagę pomiędzy wytrzymałością nitów i wytrzymałością blachy. Zwiększając liczbę nitów, wzmacniamy wytrzymałość szwu, względnie do natężenia siły rozcinającej, ale zmniejszamy wytrzymałość na rozciąganie i osłabiamy blachę przez gęste dziurawienie. Z powyższego wynika, iż stosując wzory lub liczby, które nam teoria czy też praktyka podaje, musimy zbadać jak najdokładniej warunki, w obec których kocioł i każdy szew z osobna ma pracować, i takowe wciąż mieć na względzie.

Poniżej podajemy tabliczkę wymiarów szwu pojedynczego i podwójnego używaną zwykle przy budowie kotłów.

	Szw pojedynczy		Szw podwójny	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
$\frac{d}{\delta} =$	1,5	2	1,5	2
$\frac{e}{\delta} =$	3,27	5,14	5,03	8,28
$\frac{a}{\delta} =$	2,05	3,35	2,05	3,35
$\varphi =$	0,54	0,61	0,70	0,76

i nadmieniamy że φ zawarte jest zwykle pomiędzy 0,58 i 0,65 pierwotnej wytrzymałości nienaruszonej blachy.

Wspomnieliśmy już powyżej że w zakładach Wallsend Slipway, pozostających pod kierunkiem *p. Boyd'a*, postanowiono używać nitów stalowych—pomimo iż konstruktorowie różnią się pod tym względem w zdaniach, a wielu z pomiędzy nich uważa nity żelazne jako odpowiedniejsze, gdy znowu doświadczenie bardzo często tak jeden jak i drugi pogląd wspierać się zdaje. Co do nas utrzymujemy, iż łączenie blach stalowych za pomocą nitów żelaznych, już dla tego nie jest racjonalnem, ponieważ warunki elastyczności obu tych metali są odrębne—a nadto ponieważ łatwiej jest dobrać na nity stal odpowiedniego gatunku aniżeli żelazo. Gdy przytem wy-

trzymałość obu metali nie jest jednakową, potrzeba takie stosować wymiary ażeby zachować równowagę, przez co znowu konstruktor w trudniejszych znajduje się warunkach. Powołać się możemy w tym względzie na zdanie takich powag jak *dr-a Siemens a*, oraz na przykład wielkich fabryk jak *pp. Schneider* w Creuzot, w których budują parowozy ze stalowymi kotłami przy zastosowaniu nitów stalowych.

W zakładach Wallsend Slipway rozpoczęto od doświadczeń, ponieważ obawiano się iż nity stalowe najprzód rozgrzane a następnie ostudzone przy zaklepywaniu za pomocą maszyny o ciśnieniu hydraulicznem, mogą się stać kruchymi. Dwa nity zaklepane za pomocą maszyny, z których jeden był wyrobiony ze stali sztabowej Landore Siemens, tegoż samego gatunku co i blachy—drugi zaś z najlepszego żelaza,—bito na przemian młotem 11-funtowym, tak samo jak przy ręcznem nitowaniu i aż do nadwężenia. Z całego szeregu tego rodzaju doświadczeń, okazało się iż nity stalowe mające 1" średnicy, wytrzymywały średnio 16 uderzeń, gdy także żelazne wytrzymywały tylko 10,—że nity stalowe mające $\frac{3}{4}$ " średnicy, wytrzymywały średnio 6 uderzeń, gdy także żelazne tylko 3. Stosunek więc wytrzymałości nitów żelaznych i stalowych wyraża się w liczbach przez 37,5 % i 41,6 %.

Do wyrobu nitów należy koniecznie używać stali miękiej, albowiem stal twarda zawierająca dużo węgla, hartuje się silnie podczas samego nitowania, przy raptownem ochładzaniu się gorącego nita, przez zetknięcie się z zimną blachą i z zimnem również narzędziem.

W czasie budowy kotła używano odkrytego ogniska, urządzonego w taki sposób, iż wszystkie nity rozgrzewały się jednostajnie; nitowano za pomocą maszyny *Tweddell'a* o ciśnieniu 4 tonn, a przy próbach dokonanych z zastosowaniem pary i ciśnienia wodnego, żaden nit nie okazał się wadliwym. Nity stalowe mają jeszcze tę wyższość w praktyce, że przez nieuwagę nie mogą być przepalone tak jak żelazne, gdyż spalony nit stalowy nie daje się zaklepać. Warunki postawione przez techniczny wydział *Lloyd'a* obejmowały także odpowiednie próby wytrzymałości z blachami ustawionemi na płask, jak to ma miejsce w skrzyniach ogniowych, a które powinny były wykazać, że blacha stalowa nie ustępuje pod tym względem żelaznej i że tak jak ta ostatnia opierać się może wydymaniu skutkiem wewnętrznego ciśnienia. Potrzeba było nadto zwrócić uwagę na system wzmocnienia i wybrać lepszy. W tym celu zbudowano duże skrzynie ogniowe, jedną z blachy stalowej $\frac{7}{16}$ " grubej, wzmocnioną za pomocą gwintowanych nitów o średnicy $1\frac{3}{8}$ ", rozstawionych w odległości 9" jeden od drugiego,—drugą zaś z blachy żelaznej $\frac{1}{2}$ " grubej, wzmocnionej w podobny sposób ale za pomocą nitów gwintowanych $1\frac{1}{2}$ calowych.

Dokonane próby dały wyniki które streszczamy poniżej. W skrzyni ogniowej stalowej, wydymanie zaczyna się przy ciśnieniu 130 funt. na cal kw., odkształcenie stałe ma miejsce przy 325 f.,—ciśnienie to stanowi zatem granicę rzeczywistej elastyczności. Przy ciśnieniu 422 f., wydęcie blachy stalowej w niektórych miejscach jest 4 razy, w innych 8 razy większe aniżeli w przypadku blachy żelaznej. Najwyższe ciśnienie rozrywające, 550 funtów na 1 cal kw., równe jest temu jakie otrzymuje się z obliczenia, przyjmując 6,5 jako współczynnik bezpieczeństwa. Należy w tem miejscu zauważyć iż przy każdym doświadczeniu zrywał się zaklepany łeb jednej z podpórek. W skrzyni ogniowej żelaznej, wydęcie następuje przy ciśnieniu 195 f. na cal kw., a granica elastyczności odpowiada ciśnieniu 390 funtów. Powyższe wyniki doświadczeń stwierdziły, iż blacha stalowa łatwiej ulega wewnętrznemu ciśnieniu aniżeli żelazna, postanowiono więc zmienić system wzmacniania i użyć podpórek z mutrami, zamiast takichże nitowanych. Dwie inne skrzynki zostały zbudowane na próbę zupełnie tak samo jak poprzednie, lecz z tą tylko różnicą, że zamiast zaklepywanych łbów na podpórkach, stalowa miała 1" wysokie mutry, żelazna zaś $1\frac{1}{8}$ calowe mutry.

Przy zastosowaniu ciśnienia hydraulicznego, blacha stalowa zaczęła się wydymać przy nateżeniu 260 funtów, odkształcenie stałe nastąpiło przy 390 funtach, przy 585 funtach ciśnienie było 6 razy większe w skrzyni stalowej aniżeli w takiejże żelaznej. Przy ciśnieniu 900 funtów, narożniki i w ogóle cały system stanowiący ramę pomiędzy dwiema blachami poddał się—ale ani sama blacha ani podpórki nie zostały nadwerężone. W skrzyni żelaznej toż samo objawiło się przy ciśnieniu 1000 funtów, z tą tylko różnicą że poddały się także mutry. Wyniki ostatnich dwóch doświadczeń, zbliżone do tych, które już powyżej przedstawiliśmy, dowodzą że mutry znacznie wzmacniają blachę i w ogólności zastąpić powinny lby nitowane w podpórkach wzmacniających, szczególnie też przy budowie parowozów i lokomobil. Ogół konstruktorów przyznaje to w zasadzie oddawna, doświadczenia więc o których tu mowa, zasługują na uwagę głównie z tego względu, że dokładniej, bo w liczbach, przedstawiają stopień zwiększenia wytrzymałości blachy, skutkiem zastosowania muter. Tam tylko gdzie podpórki wystawione są na silny ogień, użycie muter jest niemożliwe, ponieważ szybko bardzo spaliłyby się; wypada więc w takich razach trzymać się dawnego systemu zaklepywania łbów.

Ze względu iż wewnątrz każdego kotła podlega nieustannym zmianom ciepłoty, p. *Boyd* uznał za stosowne przeprowadzić szereg doświadczeń i w tem pierwszym. Najzupełniej zadawalniające wyniki streszczamy poniżej. Dla należytego zbadania kwestyi przecięto arkusz blachy na dwie połowy, jedną z nich rozgrzewano w piecu a następnie ostudzano zwolna lub też raptownie; powtarzając to działanie kilkanaście razy z rzędu—wyginano na-

następnie próbkę na zimno, wybijano w niej dziury i t. p. Okazało się że blacha nie straciła nic z pierwotnych swych przymiotów, że pozostała równie miękką i elastyczną jak przedtem i że wytrzymywała obróbkę warsztatową tak dobrze jak druga połówka.

Mówiliśmy już o nadwężeniu wytrzymałości blachy stalowej skutkiem wybijania dziur za pomocą tłoczni, jak również i innych manipulacyj warsztatowych, których zastosowanie wymaga wielkiej rozwagi. Doświadczenie stanowi w tym względzie główną zasadę postępowania, dla tego też sądzimy, że zestawianie rozmaitych chociażby najdrobniejszych nawet wypadków praktyki warsztatowej przedstawia pewne korzyści.

Na posiedzeniu Instytutu Inżynierów Mechaników *p. Platz* nadmieniał, że w ciągu kilkoletniej swej praktyki stosowania stali do budowy kotłów parowozowych miał możność przekonania się gruntownie, że tłoczenie dziur na zimno szczególnie źle wpływa na zachowanie się skrzyń ogniowych; okoliczność tę przypisuje on w znacznej części niszczącemu działaniu ognia. Skrzynie ogniowe stalowe 48 parowozów zbudowanych dla dróg francuskich musiały być wymienione po 2 zaledwie miesiącach użycia, ponieważ wszystkie popękały przy dziurach wytłaczanych, podczas gdy przy dziurach wierconych nie objawiło się uszkodzenie. Podług *p. Platz'a* wszystkie parowozy o stalowych skrzyniach ogniowych dostarczone dla Rosyi, za wyłączeniem amerykańskich z długimi skrzyniami, musiały być przerabiane.

Ciekawe są spostrzeżenia *Dr. Siemens'a* uczynione w tym samym przedmiocie i pogląd jego jako specjalisty odnośnie do wyrabiania stali i tego wszystkiego co z takowem jest w związku. Nie przyznaje on ażeby wytłaczanie dziur miało zmniejszać wytrzymałość blachy stalowej o 33%, jak tego dowodzą między innemi *pp. Boyd i Parker*, lecz sądzi iż okoliczność ta jest zależną od samego sposobu wykonania. Rzeczywiście, krążek metalu wytłoczony nigdy nie jest tej samej grubości, co dana blacha; pochodzi to stąd że tłoczek zanim dziurę wybije ścisła materiał na który działa i w ten sposób cząsteczki metalu w około otworu bardziej się skupiają. Wynika stąd silniejsze naprężenie materiału w około wytłoczonej dziury, do którego w następstwie przylączy się działanie siły zewnętrznej; metal w tych miejscach pracuje zatem więcej aniżeli w innych. *Dr. Siemens* przytacza doświadczenia *p. Riley'a*, robione w London Works, które nie wykazują najmniejszej straty wytrzymałości blach stalowych skutkiem wytłaczania dziur i wyniki tych badań przypisuje okoliczności że przy tłoczeniu zastosowano dobrze matrycę do wielkości tłoczka, przez co usunięto ściskanie metalu w około dziury. Ponieważ blachy nadwężone przez dziurawienie, odzyskują pierwotną swą wytrzymałość przez opikowanie, czyli przez tak zwane gzenkowanie dziur za pomocą świdra, — przeto wnosić stąd można że przyczyny

osłabienia należy szukać w materiale otaczającym dziurę; taki pogląd stwierdza niejako sposób widzenia *Siemens'a*.

P. Tweddell dowodząc na podstawie doświadczeń *p. Barba* że wytłaczanie dziur może być w ten sposób dokonane, iż stratą wytrzymałości nie przeniesie 8%, ob staje stanowczo za tłoczeniem. Należy zauważyć, że za takowem przemawia wiele okoliczności; tłoczenie bowiem zmniejsza znacznie koszt budowy kotłów, takowe pomijając wyjątkowe okoliczności może być bardzo dokładnie wykonane, a wreszcie tłocząc dziury można używać nitów *p. Webb'a* o przekroju eliptycznym, które o wiele mocniejszym czynią każdy szew, albo też wybijać dziury nieco stożkowate, w którym to razie zgodnie z zapatrywaniem wielu konstruktorów otrzymuje się szew silniejszy. *P. Tweddell* wspomina o 8 kotłach stalowych rozmaitej wielkości, przy budowie których miał możność czynić odpowiednie spostrzeżenia—wszystkie blachy były dziurawione na zimno bez ogrzewania, a strata wytrzymałości wynosiła nie więcej jak 8%. Na podstawie powyższych przykładów *p. Tweddell* utrzymuje, że rozgrzewanie blachy jest co najmniej zbyt cenne, albowiem przy zakładaniu rozpalonego metalu w około otworu rozgrzewa się dostatecznie i odzyskuje utraconą wytrzymałość. Taki sposób widzenia rzeczy nie wydaje się nam zgodnym z rzeczywistością i to pomimo że z doświadczeń *p. Barba* wynika iż gzenkowanie dziury, usuwa na jeden millimetr w około otworu nadwężenie materiału i że przeto zdawać by się mogło, iż działanie ciepła także sam skutek sprowadzić jest w stanie. Mówiąc powyżej o rozgrzewaniu blach, które przebyły obróbkę warsztatową, jako o środku przywrócenia do pewnego stopnia pierwotnej ich wytrzymałości, zwracaliśmy uwagę na tę okoliczność, iż ze względu na wielką jednolitość blach stalowych takowe rozgrzewać należy całkowicie. Wychodząc z tej zasady należy przyjąć, że wszelkie częściowe ogrzanie prędzej by zaszkodzić powinno aniżeli pomódz. Jakkolwiek doświadczenie wiele znaczy, to niemniej przecież niezbędnem jest ażeby wszystkie warunki, wśród których takowe dokonywanie zostało, były dokładnie określone. Pomimo iż kwestya powyższa do czasu pozostać musi nierozstrzygniętą, to jednakże w każdym razie opinia *p. Tweddell'a*, jakkolwiek przeciwna zasadom dotychczas przyjętym, zasługuje na uwagę—albowiem opiera się na praktycznych danych.

Sam kształt narzędzia użytego do wytłaczania dziur, stosunek jego średnicy do matrycy i t. p., znaczny wywierają wpływ na większe lub mniejsze nadwężenie blachy. Od niedawnego czasu zaczyna wchodzić w użycie tak zwany tłoczek spiralny czy też helisoidalny *Kennedy'ego*, który nie wybija dziur tak jak zwykłe płaskie ale je wykrawa spiralnie. Doświadczenia robione ze wzmiankowanym narzędziem w *Crew* i w warsztatach dr. żel. *Great-Eastern* dały bardzo dobre wyniki.

Tłoczek *Kennedy'ego* (ob. *Engineering* № 278 z r. 1878) urządzone jest w taki sposób, iż nie wybija dziury samem ciśnieniem, ale

ją wycina stopniowo od środka ku brzegom. Podajemy poniżej tabliczkę zestawioną na podstawie doświadczeń, robionych w Crewe przez *F. W. Webb'a*, albowiem takowa posłużyć może do ocenienia praktycznej wartości narzędzia. Mieści ona dane porównawcze dotyczące wytrzymałości blach dziurawionych, w tych samych zresztą warunkach, za pomocą tłoczka *Kennedy'ego* i za pomocą zwyczajnego narzędzia.

Średnica dziury w calach.	Obciążenie końcowe w funtach ang.		Odkształcenie podłużne		Powierz- chnia obciążo- nej blachy	Sposób wybijania dziur i uwagi
	Ogólne	Na cal kw. prze- cięcia	Na 2 cale długości w poprzek otworu	Na sto		
0,885	45,350	63,752	0,11	5,5	0,7114	Zwyczajnem na- rzędziem.
0,885	45,000	60,318	0,23	11,5	0,7461	
0,895	42,400	57,495	0,14	7,0	0,7375	
0,89	37,050	51,287	0,03	1,5	0,7224	
0,89	42,800	60,692	0,06	3,0	0,7052	
0,90	45,150	61,047	0,07	3,5	0,7396	
0,895	39,000	55,465	0,09	4,5	0,7032	
Średnio.	42,593	58,679	0,104	5,2	0,7236	Narzędziem <i>Kennedy'ego</i> .
0,885	45,850	63,285	0,27	13,5	0,7245	
0,88	48,000	67,672	0,25	12,5	0,7093	
0,88	46,200	63,584	0,23	11,5	0,7266	
0,88	44,250	61,254	0,12	6,0	0,7224	
0,88	45,500	64,148	0,26	13,0	0,7093	
0,895	47,600	66,084	0,27	13,5	0,7203	
0,885	45,600	64,476	0,09	4,5	0,7418	
Średnio.	46,143	63,929	0,21	10,6	0,7220	Narzędziem zwyczaj- nem i <i>Kennedy'ego</i> na przemiach. Rozerwa- nie następowało za każdym razem w po- przek dziury wybijaj- nej zwyczajnem na- rzędziem.
0,885	40,350	55,693	0,21	10,5	0,7245	
0,89	41,800	59,274	0,08	4,0	0,7052	
0,895	44,350	63,073	0,24	12,0	0,7032	
0,884	45,400	62,664	0,24	12,0	0,7245	
0,885	42,140	58,109	0,24	12,0	0,7245	
0,89	45,450	62,915	0,23	11,5	0,7224	
0,89	34,300	47,480	0,07	3,5	0,7224	
Średnio.	41,964	58,458	0,19	9,3	0,7181	

Zestawiając średnie liczby rzeczywistego obciążenia końcowego, otrzymane dla blach dziurawionych zwyczajnem narzędziem i narzędziem *Kennedy'ego* a wreszcie jednym i drugim na przemian, znajdujemy na korzyść drugiego narzędzia odnośne liczby 3,750 funt. i 4,179 przy mniejszem odkształceniu podłużnem i powierzchni

obciążonej w stosunku do pierwszego,—i nieco większem, w stosunku do ostatniego wypadku.

Przy użyciu zwyczajnej matrycy, blacha żelazna $\frac{5}{8}$ cala gruba daje się przebijać pod ciśnieniem 22 tonn czyli o 13 tonn mniejszem aniżeli przy zastosowaniu zwyczajnego płaskiego tłoczka. *P. Artur Paget* dokonywał również doświadczenia ze wspomnianem narzędziem amerykańskiem a wyniki takowych były bardzo zadawalniające.

P. Hill, przed kilkoma laty zaczął używać do wybijania dużych dziur, mających 3" do 4" średnicy, w blachach $\frac{1}{2}$ " i $\frac{5}{8}$ " grubych, narzędzia wydrążonego u spodu i nieco ściętego tak że takowe najprzód wchodziło jednym bokiem i więcej krajało aniżeli tłoczyło metal. Dziur takich wymiarów nie można było wybijać zwyczajnem płaskiem narzędziem—w ten sposób zaś trudność usunięcia została. Ponieważ z biegiem czasu zauważono, że narzędzie ulega z jednej strony większemu zużyciu, przeto spróbowano je ściąć przez środek tak ażeby z dwóch stron naraz mogło stopniowo krajać. Wprawdzie wybijanie było w ten sposób nieco utrudnieniem, ale w każdym razie wystarczało mniej silne działanie aniżeli przy użyciu zwyczajnego płaskiego narzędzia.

P. Pawsey wykonał przed kilkoma laty, z polecenia Instytutu Inżynierów Cywilnych, cały szereg doświadczeń w przedmiocie tłoczenia dziur i krawania blach i sztab tak żelaznych jak i stalowych. Sądząc z jego spostrzeżeń twierdzić możemy, że przez użycie narzędzi, które działają nie tylko przez ciśnienie ale zarazem krają metal, można znacznie złagodzić szkodliwy wpływ całej manipulacji na międzycząsteczkowy układ metalu. I rzeczywiście jeżeli jakaś siła, przypuśćmy 10 lub 12 tonn, działając przez rozciąganie może wywołać stałe odkształcenie metalu, to podobnyż skutek spowodzić ona może, działając przez ciśnienie—tak iż w około wytłoczonej dziury metal zachowa, w inniejszej lub większej odległości, odkształcenie stałe i utraci pierwotną swą wytrzymałość. Jeżeli narzędzie działać będzie nietyle przez gwałtowne ciśnienie ile przez odkrawanie, jak to ma miejsce we wspomnianych powyżej przypadkach, w takim razie metal nigdy tak znacznie nadwężonym być nie może. Wspomnimy tu że przy budowie mostu w Kijowie używano narzędzi ścinanych i wklęsłych, które naraz z 4 stron stopniowo wycinały dziurę.

Stosunek narzędzia do matrycy odgrywa zbyt ważną rolę, ażebyśmy o nim zamilczeć mogli. W praktyce nie ma stałego pravidła, któreby stosunek ten określało wyraźnie. Nawet dla blach jednej grubości wypada często zmieniać takowy stosunek, ponieważ narzędzie albo zbyt ciężko przechodzi jeżeli matryca jest zaciąsna, albowet jeżeli matryca jest zbyt luźna, obrywa metal w okolo—skutkiem czego następuje znaczne osłabienie blachy w okolo wybitej dziury. Odpowiednie zastosowanie matrycy do narzędzia zasługuje więc na baczną uwagę konstruktorów.

Powołując się na powyżej przedstawione wyniki doświadczeń *p. Boyd'a* zwracamy jeszcze uwagę czytelników na liczbę 16 tonn podaną jako obciążenie odpowiadające granicy sprężystości, a która różni się przeszło o 7 tonn, z danymi innych poszukiwań. Mamy pod ręką wyniki doświadczeń *p. Adamson'a*, który we własnych fabrykach zbudował już przeszło 1500 kotłów z blachy stalowej — i opierając się na takowych przypuszczamy że okazy które próbował *p. Boyd* musiały być wadliwe albo też same doświadczenia w odrębnych dokonywane były warunkach.

Ze wszystkich przytoczonych tu doświadczeń widzimy że użycie blachy stalowej połączone jest z pewnemi trudnościami a nadto że koszta obróbki zwiększają się w tym razie. Jeżeli przytem zważymy że blacha stalowa jest droższą od żelaznej, to dochodzimy do wniosku, że jakkolwiek zastosowanie jej pod względem czysto technicznym wydawać się może korzystnem, to takową przecież zastąpić może blachę żelazną w zupełności tylko w takim razie, jeśli mniejszym kosztem da się wytwarzać. Udoskonalenie zatem samych sposobów wytwarzania i jak największy rozwój tej gałęzi przemysłu stoją na pierwszym planie.

Uzupełniając w przyszłości niniejsze uwagi, przedstawimy zarazem czytelnikom „Przeglądu“ krótkie sprawozdanie z doświadczeń robionych z blachą stalową, ze względu na jej wytrzymałość w ogniu i zachowanie się w obec chemicznych czynników.
