

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ. Mierzejewski H. O drganiach w obrabiarkach do metali [c. d].—Kozłowski T. W sprawie odbudowy kraju. — Wspomnienie pogonne. Ś. p. Julian Majewski.—Związki i Stowarzyszenia techniczne.—Kronika.—Konkursy.  
Z 6-ma rysunkami w w tekście.

## O DRGANIACH W OBRABIARKACH DO METALI.

Podał Henryk Mierzejewski, prof. Politechniki Warszawskiej.

(Ciąg dalszy do str. 42 w № 9 r. b.)

Przy wierceniu można zawsze przypuszczać, że w materiale znajdzie się miejsce twardsze, wskutek czego powstaje impuls zakłócający jednostajny bieg wrzeciona przy przechodzeniu przez to miejsce każdej z dwóch krawędzi wiertła. Charakter impulsu, czyli zależność momentu oporu od czasu w odstępach pomiędzy kolejnymi impulsami, jest rzeczą obojętną w rozumowaniach poniżej przedstawionych. Mnożąc liczbę obrotów wrzeciona przez dwa, otrzymujemy tym sposobem liczbę impulsów zakłócających w danej jednostce czasu. Wobec tego, że wrzeciono w wiertarkach omawianego typu robi mniej więcej 1000 obr./min., obawa o synchronizm drgań skrętnych wrzeciona i podniecań okazuje się płonną. Zawdzięczać to należy niewielkim wymiarom i lekkości koła pasowego na wrzecionie. Gdyby było ono cięższe lub gdyby, co gorsze, zamiast przekładni pasowej zastosowano zębatą, można by się obawiać o synchronizm drgań, a więc i o najsilniejszy rezonans przy wierceniu otworów o małej średnicy. Rezonans może wystąpić jednak w danym wypadku jeśli liczba podniecań stanowi  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$  i t. p. liczby drgań własnych układu. Gdyby nie istniało tarcie wewnętrzne w skręcanym wrzecionie, amplituda drgań rosłaby i w tych wypadkach bez końca. Zjawiska rezonansowe dają się w tym wypadku niewątpliwie odczuć, brak jednak danych, by można było obliczyć amplitudę. Zaznaczyć wszakże należy, że wyznaczenie współczynnika tarcia wewnętrznego stanowić może najciekawszy temat badań doświadczalnych w zakresie drgań.

Nie rozwijam tu dla braku miejsca ogólnej teorii drgań tłumionych, która jest podana w podręcznikach mechaniki, jakkolwiek posiada ona zasadniczą wartość dla danego zagadnienia. Niewątpliwie najsilniejszy rezonans wystąpi przy identycznej częstotliwości drgań własnych i podniecań. Byłoby rzeczą bardzo pożądaną wykonać odpowiednie doświadczenia.

Przykład podany wyjaśnia słusność odrębnej konstrukcji małych czułych wiertarek. Zaznaczyć przy sposobności, że obliczenie przytoczone ze względu na wielkości wchodzące we wzór określający  $T$  daje odpowiedź pewną i dokładną. Pewien wpływ na  $T$  może wywrzeć jedynie bezwładność pasa, którego część masy należałoby może uwzględnić przy obliczaniu momentu bezwładności pierścienia zastępującego koło pasowe. Tarcie wrzeciona w łożyskach wiertarki jest niewielkie i, jak to wykazuje teoria drgań tłumionych, nie posiada znacznego wpływu na częstość drgań własnych wrzeciona.

Przy sposobności sprawdźmy, czy nie zachodzi rezonans w samym wiertle. Dla przykładu weźmy wiertło 100 mm długości i 5 mm średnicy. Wrzeciono uważamy za zupełnie sztywne. Jego moment bezwładności dodajemy do momentu koła pasowego, otrzymując  $\Theta = 50 : 981$ . Co się tyczy momentu bezwładności przekroju wiertła, to na mocy dokonanego przeze mnie obliczenia wynosi on 44% momentu bezwładności przekroju kołowego tej samej co i wiertło średnicy. W tych warunkach mamy:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{10 \cdot 50}{981 \cdot 700000 \cdot 0,614 \cdot 0,445}} = 0,01025 \text{ sek.},$$

czyli  $n_{\text{sek.}} = 97$ . Okres drgań wrzeciona i wiertła jest prawie ten sam. Obawy o synchronizm drgań są w tym wypadku

płonne. Inaczej rzecz się może przedstawiać przy wierceniu małych otworów zapomocą długich wiertel, o ile zechcielibyśmy stosować znaczne prędkości obrotowe. Wobec znacznych obciążeń wiertel o małej średnicy, należy przytem troskliwie unikać rezonansu. Tak więc przy wierceniu otworów w zapalniczkach do pocisków armatnich, przy którym tyle wiertelek pęka, należałoby może stosować jeszcze lżejsze przekładnie, niż w zwykłej czulej wiertarce. Byłoby rzeczą ze wszech miar interesującą wyjaśnić, czy pękanie małych wiertelek, tak częste w praktyce, przypisać należy wyłącznie znacznym obciążeniom na skręcanie i ewentualnie na gięcie, czy też i rezonansowi sprężystemu.

Przejdźmy obecnie do zwykłej wiertarki słupowej, której schemat jest przedstawiony na rys. 4. Bezwładność przekładni jest tu znaczna. Koło pasowe jest tu cięższe znacznie niż w wiertarce czulej. Moment bezwładności koła pasowego względem własnej osi wynosi  $\Theta_0 = 601 : 5981$ . Należy obecnie sprowadzić ten moment względem osi wrzeciona. W tym celu przyjmujemy, że cała masa koła stopniowego znajduje się początkowo na średnicy podziałowej koła zębatego pierwszej przekładni, następnie drugiej i wreszcie trzeciej przekładni na wrzecionie. Aby otrzymać moment bezwładności wyobraźniowego zastępczego pierścienia rozpędowego na wrzecionie, należy, jak to czytelnik sam z łatwością pojmie, pomnożyć przez iloczyn stosunków przekładni w drugiej potęgę. Jeśli wobec masy koła stopniowego pominąć bezwładność przekładni zębatych i wrzeciona, to otrzymamy:

$$\Theta = \frac{6015}{981} \cdot \left(\frac{2}{1}\right)^2 \left(\frac{2}{1}\right)^2 \left(\frac{35}{30}\right)^2 = 134,$$

skąd

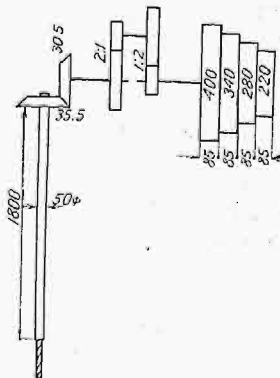
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{180 \cdot 134}{700000 \cdot 61,36}} = 0,148 \text{ sek.}$$

czyli że  $n_{\text{sek.}} = 7,25$ , zaś  $n_{\text{min.}} = 435$ .

Bez przekładni zębatej  $n_{\text{sek.}} = 29$ , zaś  $n_{\text{min.}} = 1740$ . Porównyując otrzymane wyniki z tablicami Dempstera Smitha widzimy, że przy wierceniu niejednorodnego materiału za pośrednictwem wiertła o średnicy 22 mm w żeliwie przy prędkości obwodowej około 15 m/min. należałoby się spodziewać silnych drgań, gdyż liczba obr./min. wynosi wówczas około  $\frac{1}{2} \cdot 435 = 217,5$ . Przy tej liczbie obrotów wyłącza się jednak przekładnię zębatą i tym sposobem unika się drgań.

Niekiedy jedynym sposobem uniknięcia silnych drgań na skutek rezonansu wiertła jest zmniejszenie liczby obrotów wrzeciona. W wiertarkach omawianego typu odbywa się to zapomocą przerzucania pasa na kole stopniowym. W innych obrabiarkach przejścia poza krytyczną liczbę obrotów można dokonać poręczniej, a mianowicie przerzucając na wolniejszy bieg przystawkę stopową. Najdogodniejszy w tym kierunku jest napęd elektryczny z regulowaniem obrotów zapomocą opornika lub nastawnicy.

W rozważaniach dotychczasowych jedyną przyczyną zakłócającą była niejednorodność wierconego materiału. Ale bardzo nieprzyjemne zakłócenia biegu wynikają także z użycia przekładni zębatych, zwłaszcza źle wykonanych. Koła o małej liczbie zębów z podciętym przy frezowaniu profi-



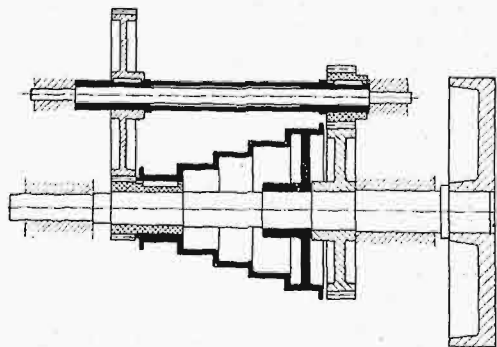
Rys. 4.

lem dają bieg nierównomierny. Impulsy są nader częste, gdyż zachodzą podczas chwytu poszczególnych zębów przekładni. Przy kołach stożkowych, które z natury rzeczy są zwykle gorzej wykonane od czołowych, impulsy te mogą być dość intensywne. Rezonans sprężysty, jako nieuchronny współtowarzysz tych zakłóceń biegu wywołuje silne szarpnięcie wrzeciona.

W konstrukcji mocnych szybkoobrotowych wiertarek daje się zauważyć dążność do ograniczania przekładni zębatych na korzyść pasowych. Ostracyzmowi uległy przekładnie stożkowe. Konstrukcyjnie osiągnięto to przez zastosowanie kątowych przekładni pasowych, lub przy napędzie elektrycznym przez użycie silników z wałem pionowym. Przekładnie czołowe są tolerowane o ile koła zębate posiadają duże liczby zębów, co jest gwarancją prawidłowego profilu i równomierności biegu.

Rys. 5 przedstawia schemat napędu wrzeciona, dwusuportowej wiertarki ściennej do otworów średnicy około 60 mm w kotłach Yarrow, stosowanych na torpedowcach. Wiertarka powyższa, wykonana przez Tow. Akc. Gerlach i Pulst, jest pędzona przez silnik o mocy 6 k. m. prądu stałego z regulacją obrotów 1:3 z 20-ma stopniami prędkości. Liczba obrotów wrzeciona wahała się w granicach od 40 do 120, posuw od 0,1 do 0,3 mm. Tym sposobem uniknięto zupełnie skrzynki zmianowej do napędu wrzeciona. Aby w wiertarce uniknąć wałka wzdłuż ramienia, do przeniesienia ruchu z silnika do suportu zastosowano przekładnię pasową. Na samym suportie przekładnia składała się z koła pasowego i przekładni czołowej.

Do podobnego mechanizmu sprowadza się zasadniczo napęd mocnych wiertarek kadłubowych typu Colburna. Jest to konstrukcja dziś typowa.



Rys. 5.

Po zredukowaniu momentu bezwładności przekładni względem wrzeciona otrzymamy  $\Theta = 30$ . Rzuci się tu w oczy mała wartość momentu bezwładności w porównaniu z rozpatrywaną poprzednio wiertarką, która posiadała pomimo to znacznie słabsze wrzeciono. Wyznamy obecnie okres drgań własnych wrzeciona:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{225 \cdot 30}{700\,000 \cdot 235}} = 0,04 \text{ sek.},$$

skąd  $n_{\text{sek.}} = 25$ , zaś  $n_{\text{min.}} = 1500$ . Wobec liczby obr./min. wrzeciona, nie należy obawiać się o rezonans wrzeciona. Pozostaje zbadanie rezonansu wiertła. Przy skrawaniu ekonomicznym najmniejszą średnicę wiertła należy przyjąć równą 50 mm; przy długości wiertła 300 mm okres drgań własnych wypadnie:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{30 \cdot 30}{700\,000 \cdot 61,36 \cdot 0,445}} = 0,043 \text{ sek.}$$

Nie różni się on wiele od poprzedniego. W warunkach normalnej pracy wiertarka pracuje bez drgań skrętnych.

Rys. 7 przedstawia napęd głowicy tokarki, zaś rys. 8, schemat układu mas na żeliwnej pochwie przekładni, jaki się otrzymuje po zredukowaniu momentu bezwładności uchwytu i przekładni z jednej, a koła stopniowego i prze-

kładni z drugiej strony. Okres drgań własnych przekładni wyniesie:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{60}{400\,000 \cdot 223,5 \left( \frac{1}{8} + \frac{1}{104} \right)}} = 0,014 \text{ sek.}$$

skąd  $n = 71$ . Przyjmując, że skrawanie odbywa się przy zastosowaniu płaskiego wióra z prędkością 12 m/min, dojdziemy do przekonania, że jeśli by płytka wiórowa była odłupywana co 2,8 mm na obwodzie toczenia, to należałoby się spodziewać rezonansu. Grubość wióra w tych warunkach wynosiłaby zależnie od ciągliwości materiału 1 do 2 mm. Rezonansu należy się więc spodziewać w dość typowych warunkach toczenia. W większych tokarkach masa koła stopniowego jest bez porównania większa, jak również długość pochwy żeliwnej. Wynika stąd, że drgania są powolniejsze. Przy odpowiednio grubym wiórze impulsy są intensywne, a okresowość ich bardziej prawidłowa, niż przy cieniutkim. Należy się spodziewać silnych drgań skrętnych. Znacznie korzystniej przedstawia się sytuacja w nowoczesnych tokarkach z jednostopniowym kołem pasowym, lub z napędem elektrycznym. Pochwy i wałki są znacznie krótsze, pochwy są stalowe, koła zębate lżejsze od stopniowych. Obecność pewnych mas rozprędkowych przy dostatecznej sztywności wałków jest skądinąd pożądana.

W obrabiarkach o wielkiej wydajności stosujemy niekiedy noże płaskie do grubych wiórów, przyczem konstrukcja maszyny powinna tłumić powstające przy odłupywaniu płytek wiórowych drgania. W tych razach należałoby zbadać zasadniczo, czy usunięta jest możliwość drgań skrętnych lub giętnych. Na przeszkodzie stoi brak materiału doświadczalnego co do okresowości łupania się wióra w zależności od jego grubości i od własności materiału.

Rys. 9 przedstawia schemat napędu frezarki. Po zredukowaniu mas otrzymujemy, że okres drgań własnych wyniesie:

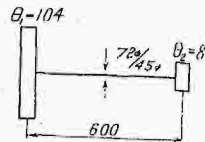
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{40}{400\,000 \cdot 30,5 \left( \frac{1}{27,7} + \frac{1}{0,5} \right)}} = 0,08 \text{ sek.},$$

skąd  $n_{\text{sek.}} = 12,5$ , zaś  $n_{\text{min.}} = 750$ . Łatwo dobrać taki frez i prędkość obwodową, by otrzymać drgania skrętne w przekładni. Zapobiedz im może gęste stopniowanie i poręczna podczas biegu zmiana obrotów wrzeciona. Zapobieganie drganiom we frezarkach nie wydaje się rzeczą łatwą. Gdzie tylko jest rzeczą możliwą należy stosować frezy z zębami śrubowymi, jako nie wywołującymi szarpnięcia przy zagłębianiu się w materiał.

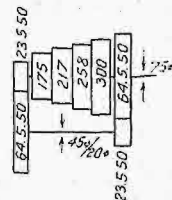
Jak to zaznaczyłem we wstępie, poważnym zagadnieniem praktycznym jest obtaczanie złożeń osiowych wagonowych i parowozowych. Rozpatrzmy naprzód obtaczanie złożeń wagonowego na zwykłej dużej tokarce pociągowej. Dla przykładu weźmy oś wagonową o średnicy 130 mm z dwoma kołami nasadzonemi w odległości 1500 mm. Moment bezwładności koła wagonowego z bandażem wynosi w przybliżeniu 500. Wobec symetryczności układu węzeł drgań znajduje się w środku osi i okres ich wynosi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{75 \cdot 500}{700\,000 \cdot 175}} = 0,11 \text{ sek.},$$

skąd  $n_{\text{sek.}} = 9,12$ . Częstość drgań własnych jest więc stosunkowo mała, zwłaszcza w porównaniu z zakłóceniami wynikającymi z odłupywania się wióra. Przy prędkości toczenia 6 m/min. rezonans zjawia się, o ile płytki są odłupywane w odstępach co 11, 5 1/2, 2 3/4 mm i t. p. odmierzanych na obwodzie. Jeśli tokarka jest dwusuportowa, może się zdarzyć, że wióry są odłupywane naprzemian z jednego i drugiego bandaża. Przy tej samej grubości wióra częstość zakłóceń podwaja się. Ten stan rzeczy jest jeszcze gorszy od poprzedniego.



Rys. 7.



Rys. 8.



Przejdźmy do obtaczania złożeń na kołówkach. Prototypem kołowki była maszyna składająca się z dwóch głów z wysuwanymi ostrzami poziomymi, w których osadzało się złożenie. Napęd otrzymywała tarcza głowicy przedniej. Tarcza uchwytna głowicy konikowej obracała się za pośrednictwem zabieraczów i samego złożenia, którego oś stanowiła wał przenoszący obrót. Układ mas pozostawał więc mniej więcej ten sam co i przy samym złożeniu. Łatwo zauważyć, że zwiększał się przytem moment bezwładności kół: w wyniku otrzymywało się drgania jeszcze powolniejsze, niż przy toczeniu swobodnego złożenia.

(C. d. n.)

## W SPRAWIE ODBUDOWY KRAJU.

Przez Tadeusza Kozłowskiego, inż.

Odbudowa zniszczonych przez wojnę osad i wsi napotyka w chwili obecnej nader niesprzyjające warunki: ubogi skarb państwa, zniszczony przez okupantów przemysł, wycięte lasy, bardzo ograniczone środki przewozowe oraz brak dostatecznej liczby wykwalifikowanych specjalistów. W tych warunkach należy się dobrze zastanowić nad sposobami odbudowy, gdyż każda pomyłka przy wykonywaniu robót w tak szerokich rozmiarach kosztowałaby miliony. Nie będąc specjalistą budownictwa, tem nie mniej pragnęlbym zwrócić uwagę kogo należy na sposób budowania, który ze względu na taniść, praktyczność i spożytkowanie powszechnie znajdujących się materiałów wydaje mi się bardzo odpowiednim do odbudowy kraju. Chodzi, mianowicie, o budowę słomiano-glino-lane, które już dawno zyskały uznanie wielu ziemstw w Rosji.

Wszystkim wiadomo, jak wielkie klęski ponoszą wsie nasze od ognia; nawet zniszczenie, wywołane przez minioną wojnę, byłoby kilkakrotnie mniejsze, gdyby chaty i stodoły po wsiach naszych były zbudowane z materiału ogniotrwałego. Każdy uczestnik wojny światowej może poświadczyć, że osady ludzkie głównie niszczone były przez pożary, że szerokie łuny były towarzyszącymi wojsk jak przy natarciu, tak i przy odwrocie, i że w porównaniu do ilości spalonych budowli znikomo mały jest procent zburzonych przez pociski artylerji.

Stąd wysuwa się sam przez się wniosek, że przy odbudowie kraju należy przede wszystkim uwzględnić budownictwo ogniotrwałe.

Tymczasem, jak sądzić można z relacji w pismach, praca koło odbudowy kraju posuwa się w kierunku pozornie najmniejszego oporu, wskazanym przez rutynę, t. j. w kierunku wznoszenia budowli drewnianych.

Budowa domów ma się odbywać masowo w kilku miejscowościach kraju, a następnie gotowe budynki w stanie rozbrany mają być rozwożone do miejsc przeznaczenia.

Takie rozwiązanie sprawy należy uznać za niezbyt pomysłowe i nie najlepiej odpowiadające celowi, szczególnie jeśli przyjąć pod uwagę i tak już ogromne zniszczenie lasów przez okupantów i bardzo zły stan naszych środków transportowych.

Tymczasem budowę słomiano-glino-lane, nie wymagającą prawie żadnych innych materiałów, prócz słomy i gliny, znajdujących się wszędzie, przedstawiają sposób odbudowy najbardziej odpowiadający obecnym warunkom.

Ze wszystkich sposobów taniego ogniotrwałego budownictwa ziemstwa rosyjskie najbardziej polecają budowę słomiano-glino-lane. Jedyną wadą tych budowli, w warunkach wznoszenia niewielkiej liczby domów, jest stosunkowo dość wysoki koszt form drewnianych, koniecznych do budowy.

W naszych natomiast warunkach odbudowy masowej jedna i ta sama forma może być użyta do wzniesienia setek budowli jednakowego typu, a więc koszt formy, przypadający na poszczególną budowlę, może być doprowadzony do minimum. Tym sposobem w naszych warunkach wznoszenie budynków słomiano-glino-lanych będzie miało za sobą również przewagę najtańszego kosztu.

Sposób powyższy odbudowy zapewnia krajowi następujące korzyści: 1) bezpieczeństwo przeciw pożarom; 2) ochronę lasów; 3) oszczędność środków przewozowych oraz 4) najmniejsze wydatki na odbudowę. Sposób ten również nie wymaga wykwalifikowanych specjalistów, gdyż budowlę tego rodzaju mogą być wznoszone siłami miejscowych włościan pod kierunkiem instruktora, jakim może zostać każdy, kto uczestniczył w budowie takich 3-ch, do 4-ch domów.

W ciągu zimy możnaby opracować kilka typów domów oraz zabudowań gospodarskich, przygotować w dostatecznej liczbie formy, a z wiosną możnaby przystąpić do masowej odbudowy.

Sposób budowy jest nadzwyczaj prosty. Podmurówkę należy wykonać z cegły lub z kamienia polnego, aby uniknąć wilgoci. Na podmurówkę pożądanym jest ułożyć warstwę izolacyjną z papy lub szkła, poczem zaczyna się właściwą budowlę ze słomy i gliny.

Na podmurówce ustawia się formy drewniane, zbite z desek i połączone pomiędzy sobą klinami drewnianymi. Następnie należy przygotować w skrzyni drewnianej lub w dole, wykopanym w ziemi, dobrze rozrobioną glinę z wodą do gęstości dość rzadkiego błota, tak aby zaciśnięta w rękę z łatwością przeciskała się pomiędzy palcami. Słoma może być użyta prosta lub targana z młocarni, bez różnicy. Następnie układa się pęczki słomy na dnie pomiędzy ściankami formy, aby się wily wężowo, obwijając postawione co pewien dystans stojące pęczki słomy. Ułożywszy na dnie warstwę poziomych pęczków wysokości około 200—250 mm, zalewa się ją rzadko rozrobioną gliną, a następnie mocno ubija się drewnianymi ubijakami, tak aby warstwy leżących pęczków prawie nie było widać. Następnie kładzie się nową warstwę, pamiętając, aby warstwy łączyły się pomiędzy sobą, zapomocą stojących pęczków,—znów zalewa się gliną, ubija i t. d. aż do całkowitego wyprowadzenia ścian pod górę. U góry kładzie się belkę drewnianą dla równomiernego rozłożenia ciężaru pułapu i dachu na całą długość ścian; na tę belkę dopiero układa się belki pułapu i ustawia krokwie. Po wyschnięciu ścian, co wymaga zależnie od pogody i okoliczności od 10 dni do 3-ch tygodni, można zdjąć formy, a drewniane łączniki, zlekka zewężając się w jedną stronę, wybija się ze ścian, zatykając dziury po nich gliną, zmieszaną z grubą sietką słomianą. Dla łatwiejszego odstawiania form należy je wysmarować przed użyciem ropą naftową.

Otwory na drzwi i okna można przewidzieć już w formach, można też przepiłować je w całych ścianach po zdjęciu form. Otwory później należy zaopatrzyć w drewniane futryny.

Dach na krokwiach można układać również ze słomy, mocno wymoczonej w rzadkiej glinie, a po wykończeniu dachu należy go pokryć z wierzchu jeszcze warstwą gliny grubą na 1 cal; dach taki jest ogniotrwały, nie zapala się od iskier i jest bardzo ciepły i nie przenikliwy. Kąt nachylenia dachu do poziomu powinien wynosić nie mniej, niż 40°. Ściany z zewnątrz i wewnątrz zlekka tynkuje się gliną i bieli wapnem. Dachy powinny znacznie zwisać nad ścianami dla uchronienia od zaciekania. Utrzymanie w porządku takiej budowli wymaga tylko odświeżenia co kilka lat wierzchniej warstwy gliny na dachu.

Ściany są tak mocne i sprężyste, że kula, wystrzelona z rewolweru, odskakuje od nich. Przy grubości ścian 250—300 mm przewyższają one budowlę drewnianą pod względem nieprzenikliwości dla zimna.

Według jednogłośnych odezw ziemstw, które próbowały u siebie opisać budowlę, zasługują one na najwyższą pochwałę. Bliższe szczegóły, dotyczące budowy takich budynków, znaleźć można w broszurze, wydanej przez związek ziemstw rosyjskich pod tytułem: „Sposoby budownictwa ogniotrwałego“ (Sposoby ognieupornawo stroitelstwa).