



6040 3/34

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ
OPIS PATENTOWY

Nr 38616

Kl. 37-b, 4/01

Tomasz Kluz
Warszawa, Polska

37b 3/34

**Sposób wytwarzania elementów budowlanych o wysokiej wytrzymałości,
a mianowicie słupów, elementów ściskanych i elementów zginanych lub
mimośrodowo ściskanych**

Patent trwa od dnia 1 czerwca 1954 r.

Wynalazek dotyczy sposobu wytwarzania elementów budowlanych o wysokiej wytrzymałości, a mianowicie słupów, elementów ściskanych i elementów zginanych lub mimośrodowo ściskanych.

Przedmiotem wynalazku są przy tym zarówno elementy ściskane, wstępnie sprężone ze stali o wysokiej wytrzymałości, jak i elementy zginane lub mimośrodowo ściskane z betonu sprężonego, z żelbetu lub z tworzywa wapienno-krzemianowego.

W wykonywanych dotychczas słupach i elementach ściskanych stosuje się profile stalowe i grube pręty łączone ze sobą przewiązkami stalowymi lub bezpośrednio spawane lub nitowane ze sobą, przy czym do tego celu używa się powszechnie stali zwykłej o wytrzymałości 37—45 kg/mm², natomiast stosowanie stali wysokowartościowej, np. o wytrzymałości 52—62 kg/mm² i większej jest dotąd ograniczone tylko do bardzo obciążonych konstrukcji i wyłącznie do krótkich elementów ściskanych, a to ze względu na wyboczenie. Wytwarzane obecnie

struny i druty stalowe ciągnięte lub walcowane i odpuszczane o średnicy 0,5—3 mm., wykazujące wytrzymałość 160—280 kg/mm² są dotychczas używane tylko do wyrobu sprężyn oraz do sprężonego betonu strunowego. Nie znalazły one natomiast bezpośredniego zastosowania w wyżej wspomnianych ściskanych elementach stalowych ze względu zarówno na niemożliwość wzajemnego połączenia tych cienkich i wiotkich drutów jak i ze względu na niemożność bezpośredniego przeniesienia na nich obciążeń zewnętrznych, które to przeniesienie nie napotyka żadnej trudności np. w słupach stalowych wykonywanych z normalnych profili ze stali zwykłej. Z tego samego powodu również i w dotychczas znanych słupach żelbetowych stosuje się z reguły stal, pospolitej jakości, natomiast stal o większej wytrzymałości, np. o obliczeniowej granicy plastyczności 36 kg/mm², jest używana w słupach tylko przy nadaniu jej profilu o zwiększonej przyczepności lub przy zaopatrzeniu z ~~zakotwienia żeberkowe~~.

Ze względu na trudności konstrukcyjne polegające na trudności wzajemnego połączenia strun i cienkich drutów ze stali o bardzo wysokich wytrzymałościach, jak również trudności pełnego przeniesienia na nie obciążeń zewnętrznych w elementach ściskanych oraz trudności usztywnienia i zabezpieczenia ich przed wyboczeniem, nie stosuje się dotychczas stali w postaci strun i drutów wykonanych ze stali o najwyższych wytrzymałościach ani do stalowych ani do żelbetowych elementów ściskanych.

Takie stale strunowe znalazły jedynie zastosowanie w budownictwie w betonie sprężonym w elementach osiowo rozciąganych zginanych i mimośrodowo ściskanych, nie znalazły natomiast zastosowania w słupach osiowo ściskanych z sprężonego betonu strunowego, względnie jeżeli znajdują tam sporadycznie zastosowanie, to tylko dla sprężenia betonu, ale nie dla bezpośredniego przeniesienia obciążeń. Dlatego też przy obliczaniu słupów strunobetonowych osiowo ściskanych stal strunowa nie jest zupełnie uwzględniana przy obliczaniu obciążenia niszczonego.

Z tych samych powodów nie stosuje się zbrojenia ze stali strunowej w strefie ściskanej elementów żelbetowych zginanych lub elementów mimośrodowo ściskanych podobnie jak w strefie rozciąganej elementów zginanych żelbetowych, a to tak ze względu na różne odkształcenia betonu i stali o wysokich wytrzymałościach aż do granicy wytrzymałości stali, jak i ze względu na rysy o dużym rozwarciu.

Również i stal strunowa, układana niekiedy ze względów konstrukcyjnych w strefie ściskanej elementów strunobetonowych wstępnie sprężonych, nie jest zupełnie uwzględniana przy obliczaniu nośności elementów sprężonych, a to z tych samych powodów, jak i w elementach żelbetowych, mianowicie z powodu niemożności pełnej współpracy betonu i stali strunowej o wysokich lub bardzo wysokich wytrzymałościach aż do granicy wytrzymałości stali.

Zastosowanie natomiast stali strunowych o bardzo wysokich wytrzymałościach, np. od 160 do 280 kg/cm² do elementów osiowo ściskanych oraz stref ściskanych elementów zginanych lub mimośrodowo ściskanych zamiast profili stalowych i prętów stalowych o najwyższych dotychczas wytrzymałościach, np. o granicy plastyczności 36 kg/cm², ma bardzo poważne znaczenie dla budownictwa ze względu na możliwość kilkakrotnego, cztero do ośmiokrotnie mniejszego zużycia stali przez zastąpienie profili stalowych oraz prętów stalowych stosowa-

nych w słupach żelbetowych drutami i strunami stalowymi o bardzo wysokich wytrzymałościach.

Podobne oszczędności uzyskuje się również i w słupach sprężonych z betonu strunowego wykonanych w myśl niniejszego wynalazku.

Na przykład słup z betonu o przekroju $20 \times 20 = 400 \text{ cm}^2$ o wytrzymałości słupowej 300 kg/cm², o wstępnym sprężeniu 150 kg/cm² przy zastosowaniu 1% stali strunowej o średnicy 1,5 mm i o wytrzymałości 24000 kg/cm² przenosi według dotychczasowych sposobów konstruowania obciążenie niszczące $400 \cdot (300 - 150) = 60000 \text{ kg}$, natomiast ten sam słup w przypadku pełnej współpracy tej stali strunowej z betonem według wynalazku umożliwia przeniesienie obciążenia niszczące $400 \cdot (300 - 150) + 0,01 \cdot 400 \cdot 24000 = 60000 + 96000 = 156000 \text{ kg/cm}^2$, a więc obciążenie niszczące 2,6 razy większe pomimo zastosowania tylko przekroju 4 cm² (1% przekroju betonu) stali strunowej.

Zastosowanie cienkich drutów i strun ze stali o wysokiej i bardzo wysokiej wytrzymałości do wytwarzania zarówno słupów i elementów ściskanych, jak i elementów zginanych lub mimośrodowo ściskanych z betonu sprężonego, z żelbetu lub z tworzywa wapienno-krzemianowego stanowi istotę niniejszego wynalazku.

Jeżeli chodzi o słupy i elementy ściskane ze stali o wysokiej wytrzymałości to wynalazek polega na zastąpieniu w nich używanych dotychczas profili stalowych i grubych prętów, łączonych ze sobą przewiązkami stalowymi lub bezpośrednio przez spawanie lub nitowanie — dużą liczbę strun lub drutów ze stali o wysokiej wytrzymałości, o średnicy poniżej 3 mm, oraz na łączeniu tych strun lub drutów ze sobą za pomocą masy plastycznej lub wapienno-krzemianowej względnie innym tworzywem, opartym na spoiwie cementowym, wapiennym lub gipsowym, które to tworzywo utrzymuje wspomniane struny lub druty w nadanym im położeniu i przenosi na nie obciążenie, zapobiegające jednocześnie wyboczeniu poszczególnych strun i drutów.

W celu ułatwienia przeniesienia obciążeń z betonu lub wspomnianych mas i tworzyw na stal o wysokiej wytrzymałości i małej średnicy czyli dla zapewnienia pełnej współpracy strun i drutów z betonem lub inną masą w której są zatopione aż do osiągnięcia granicy wytrzymałości stali równocześnie lub przed osiągnięciem wytrzymałości masy przenoszącej obciążenia na stal — drutom tym i stronom nadaje się postać skrętowych zwitek lub też postać falowaną.

W tym celu można również stosować cienkie druty i struny o specjalnie szorskiej powierzchni uzyskiwanej np. przez chemiczne wytrawianie na całej długości. Wspomnianą współpracę można także osiągnąć przez nadanie strunom i drutom specjalnego profilu lub przez skrócenie cienkich prętów z drutów o przekroju kwadratowym lub zaopatrzenie tych drutów w nacięcia, zagłębienia lub występy lub wreszcie przez zastosowanie strun lub drutów o zmniejszonym przekroju poprzecznym, wywołanym np. przez naciągnięciem tych strun przed stwardnieniem masy.

Powyższe sposoby zwiększenia przyczepności strun i drutów do otaczającej ich masy mogą być stosowane zarówno łącznie jak i osobno. To zwiększenie przyczepności zapewnia pełną współpracę przekroju stali i przekroju tworzywa, w którym ta stal jest zatopiona, przy warunku, że tworzywo to wykazuje znaczne odkształcenia plastyczne. Do takich właśnie tworzyw należą wszystkie materiały wykonane przy użyciu powyżej już wymienionych spoiw, jak również większość mas plastycznych.

Przy zastosowaniu strun sprężonych, w których naprężenia rozciągające są utrzymywane przez masę, uzyskuje się dodatkowe zwiększenie przyczepności strun do masy, dzięki zmniejszeniu przekroju poprzecznego strun, a tym samym i zwiększenie tarcia między strunami i masą np. betonem.

W słupie ze strunami o zwiększonej przyczepności, w którym struny są ponadto sprężone, w początkowym okresie obciążania pracuje masa, np. beton, oraz stal o naprężeniach rozciągających, zmniejszających się w miarę zwiększenia obciążeń aż do wartości zerowej i przechodzących następnie w naprężenia ściskające. Nośność takiego słupa jest większa niż same nośności masy i stali niesprężonej, dzięki pracy stali nie tylko w fazie przenoszenia naprężeń ściskających, lecz także i w fazie, gdy w stali trwają naprężenia rozciągające, tj. w początkowym okresie obciążenia. Wykorzystanie sprężających naprężeń rozciągających stali strunowej jest zapewnione dzięki całkowitej przyczepności strun do masy oraz przez wytrzymałość tej masy, stawiającej opór odkształceniom poprzecznym stali naciągniętej, która to stal nie może powrócić do swej pierwotnej postaci, posiadanej przed sprężeniem.

Słupy i elementy ściskane wstępnie sprężone ze stali o wysokiej wytrzymałości, wykonane powyżej opisanym sposobem różnią się zatem zasadniczo od słupów z betonu sprężonego, po-

nieważ podczas gdy w tych ostatnich zadaniem stali jest sprężenie ściskające beton, w celu umożliwienia przeniesienia przez beton pewnych naprężeń rozciągających, przy czym stal sprężająca beton nie współpracuje przy obciążeniach niszczących, to w słupie lub elemencie ściskanym według wynalazku wstępne naciągnięcie strun i drutów uskutecznia się przed ich zatopieniem w betonie lub w innym tworzywie, uskutecznia się w celu zmniejszania przekroju poprzecznych odnośnych strun i drutów, uzyskując przez to zwiększenie przyczepności naciągniętych stali do otaczającego ich tworzywa oraz dla wywołania w nich naprężeń rozciągających, które powiększają obciążenie przenoszane przez stal, wskutek czego stal wstępnie sprężona przenosi w słupie większą siłę niż stal niesprężona.

Jak już wspomniano wynalazkiem są objęte również elementy zginane lub mimośrodowo ściskane, wykonane ze sprężonego betonu, z żelbetu lub z tworzywa wapienno-krzemianowego. Elementy te różnią się od znanych tym, że zastąpiono w nich dotychczas stosowane w elementach tego rodzaju zbrojenie ze stali zwykłej o niskiej wytrzymałości w strefie ściskanej dla zwiększenia jej nośności wstępnie sprężone lub niesprężone struny lub druty o wysokiej wytrzymałości i o zwiększonej przyczepności, nadając im powyżej omówiony specjalny kształt w postaci zwitek, w postaci falowań itp., a to w celu osiągnięcia pełnej współpracy tego rodzaju stali z betonem lub innym tworzywem oraz dla wytworzenia w stali naprężeń równych jej wytrzymałości i tym samym znacznego zwiększenia momentu niszczącego lub obciążenia niszczącego elementów zginanych lub mimośrodowo ściskanych.

Przy wykonaniu słupów i elementów ściskanych sposobem według wynalazku, tj. przy zatopieniu w betonie, masie wapienno-krzemianowej (silikatowej), gipsowej lub innym tworzywie opartym na spoiwie cementowym, wapiennym, gipsowym, względnie w masie plastycznej cienkich drutów i strun ze stali o wysokiej lub bardzo wysokiej wytrzymałości — uzyskuje się pełne przejmowanie sił zewnętrznych oraz przekazanie tych sił na stal strun lub drutów bądź w całości, bądź też w części zdolnej do przejścia przez przekrój tej stali przy naprężeniu równym wytrzymałości odnośnej stali, jak również osiąga się usztywnienie wiotkich strun i drutów, zapobiegające wyboczeniu się ich na całej długości słupa lub elementu ściskanego.

Słupy wykonane sposobem według wynalazku z zatopionych w masie strun i drutów o zwiększonej przyczepności, wykazują wielkie zalety w porównaniu z normalnymi słupami stalowymi i żelbetowymi, z których najważniejszą jest poważna oszczędność na zużyciu stali zwykłej. Zamiast bowiem stali zwykłej np. o granicy plastyczności 23 kg/mm² decydującej (w stali miękkiej) o nośności stali i o naprężeniach dopuszczalnych np. 14 kg/mm², można zastosować twardą stal strunową o najwyższych nawet wytrzymałościach np. o wytrzymałości 280 kg/mm² decydującej (w stali twardej) o nośności i o naprężeniach dopuszczalnych np. 140 do 170 kg/mm².

Przez zastosowanie tego rodzaju stali o bardzo wysokiej wytrzymałości i o przeszło 10 razy większych naprężeniach dopuszczalnych osiąga się około 10 razy mniejsze zużycie stali.

Oszczędności tego rzędu w zużyciu stali osiąga się dotychczas tylko w elementach zginanych z betonu sprężonego. Przy zastosowaniu sposobu wynalazku osiąga się analogiczne oszczędności w zużyciu stali także i w słupach, przy czym niekiedy osiąga się większe nawet oszczędności niż w elementach strunobetonowych zginanych i to często bez konieczności sprężenia betonu słupa.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania elementów budowlanych o wysokiej wytrzymałości, a mianowicie słupów, elementów ściskanych i elementów zginanych lub mimośrodowo ściskanych, znamieny tym, że w betonie, żelbetonie,

masie plastycznej, masie wapienno-krzemianowej lub w innym tworzywie opartym na spoiwie cementowym, wapiennym lub gipsowym zatapia się dużą liczbę strun lub drutów o średnicy poniżej 3 mm wykonanych ze stali o wysokiej wytrzymałości.

2. Sposób według zastrz. 1, znamieny tym, że stosuje się druty lub struny posiadające postać skręconych zwitek lub falowanych na całej ich długości.
3. Sposób według zastrz. 1, znamieny tym, że stosuje się druty lub struny o szorstkiej powierzchni, uzyskiwanej np. przez chemiczne wytrawianie.
4. Sposób według zastrz. 1, znamieny tym, że stosuje się druty lub struny o specjalnych profilach, skręcane z cienkich prętów o przekroju kwadratowym lub z drutów z nacięciami, zagłębieniami, występami lub tym podobnymi częściami.
5. Sposób według zastrz. 1, znamieny tym, że stosuje się druty lub struny, naciągnięte przed stwardnieniem masy, w której są zatopione, a to w celu zmniejszenia ich poprzecznego przekroju.
6. Sposób według zastrz. 1—5, znamieny tym, że przy wytwarzaniu elementów zginanych lub mimośrodowo ściskanych z betonu sprężonego, żelbetu lub z tworzywa wapienno-krzemianowego druty lub struny o wysokiej wytrzymałości, jako zbrojenie wstępnie sprężone lub niesprężone stosuje się w strefie ściskanej.

Tomasz Kluz

Zastępca: Kolegium Rzeczników Patentowych