

SYSTEM PŁASKICH SIATEK O KRATOWNICOWYM UKŁADZIE PRĘTÓW DO ZBROJENIA BETONU

Przedmiotem wynalazku jest system płaskich siatek o kratownicowym układzie prętów do zbrojenia betonu. Wynalazek jest kwalifikowany w dziedzinie budownictwa, elementy konstrukcji budowlanych, elementy zbrojenia, np. do betonu.

Konstrukcje żelbetowe są kompozycją betonu i prętów stalowych stanowiących jego zbrojenie. Klasyczne, dotychczas stosowane zbrojenie konstrukcji żelbetowych, przedstawione na Fig. 1 (stan techniki), składa się z:

- układu podłużnych prętów nośnych zbrojenia głównego, stanowiących wzmocnienie strefy rozciąganej betonu oraz wyężonych stref ściskanych betonu, poprzez zapewnienie przyczepności gwarantującej współodkształcalność betonu i stali,
- układu zbrojenia rozdzielczego w płytach lub strzemion w belkach umieszczanych z reguły prostopadle lub pod określonym kątem do prętów zbrojenia głównego. Zbrojenie rozdzielcze stosuje się w celu zwiększenia nośności, ale również ze względów konstrukcyjnych, w celu równomiernego rozłożenia obciążenia i zespolenia zbrojenia w nieodkształcalny szkielet.

Aby wzmocnić belkę w obszarze występowania rys prostopadłych, stosuje się pręty nośne zbrojenia głównego. W obszarze występowania rys ukośnych zagęszcza się strzemiona i stosuje się odgięte pręty nośne zbrojenia głównego. Połączenie prętów wykonuje się za pomocą:

- drutu wiązałkowego – jest to połączenie wiotkie, samo nie jest w stanie przenosić obciążeń. Może być wykorzystywane do łączenia zbrojenia nośnego i zbrojenia konstrukcyjnego, rozdzielczego lub strzemion,
- spawania – jest to połączenie sztywne. Może być stosowane przede wszystkim do łączenia prętów zbrojenia nośnego, ale może być również wykorzystywane do łączenia

zbrojenia głównego z rozdzielczym i strzemionami. Wadą połączeń spawanych jest możliwość uszkodzenia prętów w czasie spawania przez przetopienie lub przegrzanie, gdzie następuje lokalna zmiana właściwości stali,

- zgrzewania – jest to połączenie sztywne. Może być stosowane do łączenia prętów zbrojenia nośnego i łączenia zbrojenia głównego z rozdzielczym i strzemionami. Zgrzewanie eliminuje większość wad spawania, ale jest połączeniem o mniejszej wytrzymałości.

Zgrzewanie lub spawanie może być wykorzystywane do połączeń zbrojenia głównego ze zbrojeniem poprzecznym, np. w belkach prefabrykowanych stropu gęstożebrowego typu Terriva, co przedstawiono na **Fig. 2** (stan techniki).

Istota zgłaszanego wynalazku polega na zastosowaniu nowego układu siatki do zbrojenia betonu, składającej się z prętów podłużnych (1) - pasów oraz połączonych z nimi i wzajemnie ze sobą przez spajanie (zgrzewanie lub spawanie) (3) prętów poprzecznych – krzyżulców (2), w układzie kratownicy hiperstatycznej (przesztywnionej). Pręty poprzeczne – krzyżulce (2), ułożone są pod kątem od 30° do 60° (4) w stosunku do prętów podłużnych - pasów, a rozstaw prętów poprzecznych - krzyżulców stanowi, co najmniej 3-krotność maksymalnego wymiaru kruszywa zastosowanego do betonu (5). Wynalazek pod względem technologicznym zapewnia wykonanie zbrojenia elementów żelbetowych, ponieważ płaskie siatki kratownicowe połączone dodatkowymi prętami dystansowymi zapewniają przestrzenną stabilność układu zbrojenia w szalunku. Pręty siatki tworzą hiperstatyczną kratownicę, dzięki czemu zbrojenie jest samonośne i jest w stanie przenosić znaczne obciążenia jeszcze przed zabetonowaniem.

W wariantach zastosowania wynalazek może być wykorzystany do wykonania zbrojenia belki z układem dwu symetrycznych (niesymetrycznych) pasów prętów podłużnych, do wykonania zbrojenia belki z układem wielu pasów prętów podłużnych, jak również przybierać różne formy w zależności od potrzeb, takie jak belki lub słupy.

Zastosowanie wynalazku wzmacnia elementy żelbetowe nie tylko w miejscach występowania rys ukośnych, ale również w całym elemencie, zwiększa stopień jednorodności kompozycji betonowo-stalowej, dzięki sztywnym połączeniom prętów uzyskuje się bardziej równomierny rozkład naprężeń, większą nośność, mniejsze ugięcie, bardziej równomierne (rozproszone) zarysowanie o mniejszych szerokościach rys oraz większą „ciągłość” elementu przy zniszczeniu niż w elementach zbrojonych tradycyjnie. Dodatkowo w miejscach połączeń spajanych następuje polepszenie warunków zakotwienia prętów kratownicy w betonie. Ten system może mieć zastosowanie do zbrojenia belek, płyt, słupów i fundamentów żelbetowych.

Wynalazek został przedstawiony w przykładach wykonania, z których:

Fig. 1 przedstawia klasyczne zbrojenie konstrukcji żelbetowych, **Fig. 2** natomiast układ zbrojenia belki prefabrykowanej stropu typu Terriva (figury te stanowią stan techniki). **Fig. 3**, **Fig. 4** i **Fig. 5** przedstawiają schemat zbrojenia belki z układem dwu symetrycznych (niesymetrycznych) pasów prętów podłużnych. Kolejne rysunki **Fig. 6** i **Fig. 7** zawierają istotę zbrojenia belki z układem wielu pasów prętów podłużnych. **Fig. 8** przedstawia zasadę zbrojenia płyty, a **Fig. 9** przekroje poprzeczne belek i słupów. **Fig. 10** prezentuje schemat zbrojenia płyty na ścinanie przy przebiciu.

Celem wykazania korzystnych skutków zastosowania nowego zbrojenia wykonano wstępne badania belek testowych:

- I seria belek: zbrojenie kratownicowe z czterema pasami zbrojenia podłużnego,
- II seria belek: zbrojenie kratownicowe z dwoma pasami zbrojenia podłużnego,
- III seria belek: zbrojenie tradycyjne.

Zbadano parametry wytrzymałościowe materiałów konstrukcyjnych oraz nośność, ugięcia i zarysowanie belek testowych. Porównano wyniki badań doświadczalnych w zakresie nośności, ugięć i zarysowania.

Najwyższą nośność uzyskano dla I serii belek zbrojonych zbrojeniem kratownicowym z 4. pasami podłużnymi, o masie prętów zbrojeniowych 1.93 kg. Zbrojenie drugiej i trzeciej serii belek zaprojektowano tak, by masa zbrojenia była taka sama dla obu serii i wynosiła 1.20 kg. Różnica polega na sposobie skratowania zbrojenia II serii belek. Przy użyciu takiej samej ilości stali belki zbrojone zbrojeniem tradycyjnym (III seria) miały średnio 18% mniejszą nośność od belek zbrojonych zbrojeniem kratownicowym serii II.

Stosując samonośne zbrojenie kratownicowe, uzyskuje się znacznie wyższe nośności niż przy stosowaniu tradycyjnego typu zbrojenia z wykorzystaniem tej samej ilości stali. Dzięki ujednorodnieniu kompozycji betonowo-stalowej przez zastosowanie systemu płaskich siatek o kratownicowym układzie prętów do zbrojenia betonu, naprężenia bardziej równomiernie rozkładają się w elemencie, a sposób zniszczenia następuje na skutek pojawienia się wielu rys o stosunkowo małych szerokościach, rozproszonych w większych odległościach od punktów przyłożenia obciążenia. Ułożenie poprzecznych prętów (krzyżulców) siatki zbrojenia pod różnymi kątami umożliwia optymalizowanie wzmocnienia konstrukcji w miejscach najbardziej wyciężonych.

Zastosowanie siatek o kratownicowym układzie prętów do zbrojenia elementów żelbetowych, umożliwia uzyskanie znacznie większej nośności, mniejszego ugięcia oraz

bardziej równomiernego (rozproszonego) zarysowania o mniejszych szerokościach rys, przy zastosowaniu tej samej (lub mniejszej) ilości stali zbrojeniowej, w porównaniu do elementów zbrojonych w sposób tradycyjny. Wyniki badań przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Podstawowe wyniki badań

Lp.	Parametr porównawczy	Średnie wartości wyników badań		
		I seria belek zbrojenie kratownicowe z 4 pasami podłużnymi	II seria belek zbrojenie kratownicowe z 2 pasami podłużnymi	III seria belek zbrojenie klasyczne o wadze i rozstawie prętów jak z II serii belek
1	Moment rysujący, kNm	1.3	2.5	2.4
2	Obciążenie niszczące, kN	25.6	18.2	15.1
3	Ugięcie w środku belki przy obciążeniu 15 kN, mm	1.11	1.24	5.67
4	Ugięcie w środku belki przy obciążeniu 18 kN, mm	1.87	6.73	zniszczenie
5	Ugięcie w środku belki przy obciążeniu 25.6 kN, mm	7.57	zniszczenie	zniszczenie
6	Beton	Belki wykonano z jednej mieszanki uzyskano klasę C 40/50 w dniu badania belek		
7	Zbrojenie podłużne	8 prętów Ø5 mm o masie 1.46 kg	4 pręty Ø5 mm o masie 0.73 kg	4 pręty Ø5 mm o masie 0.73 kg
8	Zbrojenie poprzeczne	Siatka prętów zgrzewanych Ø4 mm o masie 0.47 kg		Strzemiona Ø4 mm o masie 0.47 kg
9	Zarysowanie	6-7 rys dominujących na 50% długości belki	4 widoczne rysy dominujące na 40% długości belki	1 rysa dominująca w środku rozpiętości belki

RZECZNIK PATENTOWY
Wpiskowej Akademii Technicznej
Im. Jarostawa Dąbrowskiego
Janusz Rybiński
dr/hab. inż. Janusz RYBIŃSKI
prof. WAT