



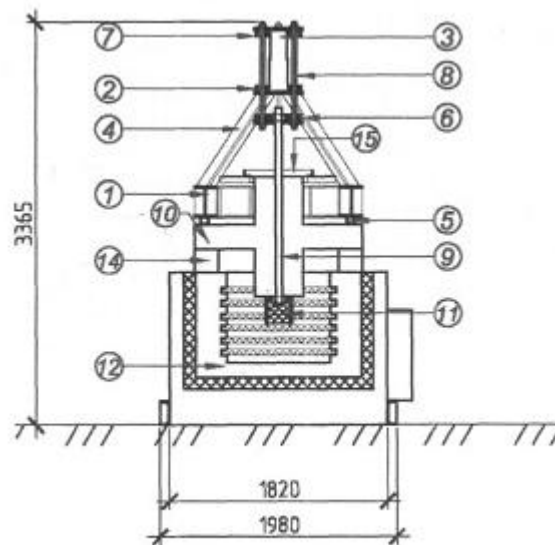
УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **107492** (13) **C2**
(51) МПК**G01N 3/02** (2006.01)**G01N 3/12** (2006.01)**G01N 3/18** (2006.01)**G01N 25/72** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД****(21)** Номер заявки: **а 2012 12846****(22)** Дата подання заявки: **12.11.2012****(24)** Дата, з якої є чинними
права на винахід: **12.01.2015****(41)** Публікація відомостей
про заявку: **12.05.2014, Бюл.№ 9****(46)** Публікація відомостей
про видачу патенту: **12.01.2015, Бюл.№ 1****(72)** Винахідник(и):**Фомін Станіслав Леонідович (UA),
Астахов Артем Анатолійович (UA),
Резнік Петро Аркадійович (UA)****(73)** Власник(и):**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ,
вул. Сумська, 40, м. Харків, 61002 (UA)****(56)** Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:Wensheng B. Punching shear retrofit method
using shear bolts for reinforced concrete slabs
under seismic loading / Bu Wensheng //
University of Waterloo, 2008. – P. 83-94;
Hamed S. Punching shear strength of
reinforced concrete flat slabs subjected to fire
on their tension sides / Hamed Salem, Hatem
Gheith, Ahmed Farahat // HBRC Journal. –
2012. - №8. – P. 36-46;
Vecchio F.J. Reinforced concrete slabs
subjected to thermal loads / F.J. Vecchio, N.
Agostino, B. Angelakos // University of
Toronto, 22.01.1993. –P. 741-753;
UA 87295 C2; 10.07.2009;
UA 91428 C2; 26.07.2010;
GB 1074352 A; 05.07.1967;
GB 2204956 A; 23.11.1988.**(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ НА ПРОДАВЛЮВАННЯ ПРИ НАГРІВАННІ****(57)** Реферат:

Винахід належить до галузі будівництва, а саме до установок для випробування залізобетонних плит на продавлювання при нагріванні. Установка для випробування залізобетонних плит на продавлювання при нагріванні містить зразок, виконаний у вигляді монолітного залізобетонного фрагмента плити і пов'язаними з нею зверху і знизу колонами, верхню силову металеву просторову раму у вигляді зрізаної піраміди, виконану з можливістю встановлення на плиті зразка, нижньою підставою якої є замкнутий пояс з двотавра, квадратний в плані за розміром плити зразка, верхньою підставою є ребриста металева пластина, на яку встановлюється домкрат і конструкція реверсу, виконана з можливістю трансформування стискаючого зусилля в розтягувальне зусилля тяжа, верхня і нижня підстави пов'язані на зварюванні чотирма похилими розкосами коробчастого перерізу, нижню силову раму з металу та керамзитобетону і електричну піч. Зразок має по центру колон наскрізний поздовжній отвір, через який пропущено металевий тяг, закріплений знизу в торці нижньої

UA 107492 C2

колони і зверху з реверсом. Конструкція реверсу складається з верхньої і нижньої пластин, пов'язаних одна з одною чотирма тяжами на різьбовому з'єднанні. Тяжі пропущені через отвори в верхній підставі силової рами. Верхня пластина реверсу встановлюється на домкрат, до нижньої пластини реверсу через отвір в її центрі закріплюється тяж за допомогою гайки, який проходить через отвір в колоні зразка і закріплюється до її нижнього торця за допомогою гайки. Між бетонним торцем колони і гайкою встановлюється розподільна металева пластина. Вузол сполучення нижньої частини тяжа з колоною забезпечується холодильником з водяним охолодженням і теплоізоляційним коробом від променистого нагріву. Забезпечується моделювання реальної картини продавлювання плити знизу вгору при її нагріві знизу і чотиристоронньому нагріванні нижньої колони, збільшення точності визначення параметрів зрізу при продавлюванні, проведення випробування при односторонньому нагріванні, як найбільш поширеному при впливі пожежі, максимальний розділ пристрою нагріву від силового пристрою, візуальне та інструментальне спостереження за процесом напружено-деформованого стану плити і колони, в тому числі в стадії руйнування.



Фіг. 3

Винахід належить до галузі будівництва, а саме до установок для випробування залізобетонних плит на продавлювання при нагріванні.

Установка для випробування залізобетонних плит на продавлювання при нагріванні використовується для контролю вогнезахисної ефективності проєктованих монолітних конструкцій залізобетонних житлових та промислових будівель з безригельними каркасами.

Відомі установки для випробування залізобетонних плит на продавлювання містять опитні зразки у вигляді квадратних в плані залізобетонних плит, пристрій для їх обпирання по нижньому контуру, навантажувальний металевий штамп за конфігурацією перерізу колони, навантажувальний прилад у вигляді випробувального преса чи домкрата, прилади для вимірювання переміщень [1-4]. Установки для випробування залізобетонних плит на вогнестійкість містять також нагрівальний прилад. Такі установки створюють тепловий вплив на опитний зразок та дозволяють визначити час від початку теплового впливу до наступу граничного стану опитного зразка.

Недоліками приведених аналогів є те, що плита представляється опертою по контуру, вільною від корисного навантаження, її власна вага, яка дорівнює більше половини корисного навантаження, діє в протилежну сторону, яка додається до зусилля від колони; піраміда продавлювання спрямована в протилежний бік. Так руйнуються тільки фундаментні плити, на які дійсно тиснуть колони, а діюче навантаження частково погашається опором ґрунту основи.

Найбільш близьким по технічній суті є установка [5], яка містить дослідний зразок у вигляді фрагмента вузла монолітного з'єднання залізобетонних плит з залізобетонними колонами, які примикають до плити зверху та знизу, силову раму для створення напруженого стану у плиті при її зрізі при продавлюванні колоною, навантажувальний прилад у вигляді домкрата, який передає стискаюче зусилля на верхню частину колони, прилади для вимірювання переміщень. Перевагою цієї установки над іншими аналогами є адекватне відображення вузла сполучення колони з плитою у випробувальній моделі, можливість експериментального вивчення особливостей напружено-деформованого стану у плиті, колоні та у тривимірній області їх сполучення.

Недоліками наведеної установки є зміна в порівнянні з дійсністю напрямку силових векторів, при якій продавлювання відбувається зверху вниз. У дійсності навантаження на перекритті, тобто на плиту, призводить до її продавлювання колоною нижнього поверху знизу вгору. Крім того, в процесі випробування з верхньою відкритою поверхнею плити візуально нічого не відбувається, в той час як на нижній, мало доступній поверхні, вже на перших етапах навантаження з'являються тріщини, формується обрис підстави піраміди продавлювання. Відсутній також нагрівальний прилад.

Поставлено задачу - збільшення точності визначення параметрів зрізу при продавлюванні, проведення випробувань при односторонньому нагріванні, як найбільш поширеному при впливі пожежі, максимальний поділ пристрою нагріву від силового пристрою, забезпечення візуального та інструментального спостереження за процесом напружено-деформованого стану плити і колони, в тому числі в стадії руйнування.

Вирішення цієї задачі досягається тим, що установка для випробування залізобетонних плит на продавлювання при нагріванні містить зразок, виконаний у вигляді монолітного залізобетонного фрагмента плити і пов'язаними з нею зверху і знизу колонами, верхню силову металеву просторову раму, виконану з можливістю встановлення на плиті зразка по її контуру через прокладку з фторопласту, на яку встановлюється домкрат і конструкція реверсу, яка виконана з можливістю трансформування стискаючого зусилля домкрата в розтягувальне зусилля тяжа, нижню силову раму з металу та керамзитобетону і електричну піч.

Особливості зразка, який має по центру колон наскрізний поздовжній отвір, через який пропущено металевий тяж, закріплений знизу в торці нижньої колони і зверху з реверсом, дозволяє забезпечити моделювання реальної картини продавлювання плити знизу вгору при її нагріві знизу і чотиристоронньому нагріванні нижньої колони, збільшити точність визначення параметрів зрізу при продавлюванні, провести випробування при односторонньому нагріванні.

На фіг. 1 показаний дослідний зразок, армування плити і колон, наявність наскрізного отвору, розташованого в центрі перерізу колони, на фіг. 2 приведено загальний вигляд установки, яка складається з двох частин: верхньої силової і нижньої - нагрівальної. Верхня частина являє собою просторову силову раму, виконану з металу у вигляді зрізаної піраміди, нижньою підставою якої є замкнутий пояс 1 з двотавра квадратний в плані за розміром плити зразка (поздовжній і поперечний перерізи показані на фіг. 3 і 4). Верхньою підставою є ребриста металева пластина 2, на яку встановлюється домкрат 3. Верхня і нижня підстави пов'язані на зварюванні чотирма похилими розкосами коробчастого перерізу 4, які утворюють просторову раму.

Верхня частина установки розміщується на зразку через фторопластові прокладки 5.

У верхній частині рама обладнана реверсивним пристроєм, який складається з двох пластин - нижньої 6 і верхньої 7, пов'язаних одна з одною чотирма тяжами 8 на різьбовому з'єднанні. Тяжі пропущені через отвори в пластині верхньої підстави 2. Верхня пластина реверсу встановлюється на домкрат, до нижньої пластині реверсу 6 через отвір в її центрі закріплюється тяж 9 за допомогою гайки, який проходить через отвір в колоні зразка 10 і закріплюється до її нижнього торця за допомогою гайки. Між бетонним торцем колони і гайкою встановлюється розподільна металева пластина. Вузол сполучення нижньої частини тяжа з колоною забезпечується холодильником з водяним охолодженням і теплоізоляційним коробом від променистого нагріву 11.

Застосування реверсивного пристрою дозволяє вирішити одне з поставлених завдань - збільшення точності визначення параметрів зрізу при продавлюванні за допомогою обпирання плити по контуру з верхньої сторони і прикладення зусилля на колону знизу.

Друга нижня нагрівальна частина установки складається з електричної печі 12, силової просторової рами, яка складається з металевих стійок 13 і верхньої залізобетонної рамної ригельної конструкції з монолітного конструкційного керамзитобетону 14, що складається з поздовжніх і поперечних ригелів, які оторочують верхню відкриту частину печі. Застосування керамзитобетону дозволяє істотно знизити втрати тепла в місці стику зразка з піччю. Вимірювання температури у печі та в перерізах плити і колони виконується за допомогою термодатчиків, введених на зовнішній вимірювальний прилад. Вимірювання деформацій проводиться за допомогою прогиномірів та індикаторів закріплених на окремій рамній конструкції 15.

Випробування проводяться таким чином. Залізобетонний зразок попередньо підготовляється до іспиту: в передбачені при бетонуванні отвори в плиті і нижній колоні встановлюються термодатчики на швидкоотвердуючому жаростійкому цементному розчині, холодні кінці яких виводяться на верхню поверхню плити; в центральний отвір колон вставляється тяж 9, на верхню частину якого нагвинчується гайка, призначена для фіксації тяжа у вертикальному напрямку, а на нижню частину одягається розподільна металева пластина, що має по центру отвір і закріплюється гайкою. Потім одягається холодильник у вигляді спіралі з мідної трубки по якій циркулює проточна вода. Нижня торцева частина колони додатково утеплюється мінераловатними плитами і фольгою для відбиття променистої складової теплового потоку. Як показав досвід випробування впродовж 6 годин нагріву при температурі повітря в печі 1200 °C температура розподільної плити і гайки не перевищувала 65 °C.

Після підготовки зразок встановлюється на залізобетонну рамну ригельну конструкції з конструкційного керамзитобетону 14 з шаром теплоізоляції так, щоб нижня колона перебувала в печі, не доходячи до її низу, а нижня поверхня плити та колона піддавалася нагріванню.

Потім по верхньому контуру плити укладається прокладка з фторопласта в спеціально підготовлених і закріплених до плити зразка напрямних, на яку встановлюється верхня силова рама, реверс і домкрат 3. Верхня частина тяжа закріплюється в нижній пластині реверсу 6 гайкою. При закачуванні масла в домкрат він тисне на верхню пластину реверсу, який передає переміщення нижньої пластині і тим самим трансформує стискаюче зусилля домкрата в розтягувальне зусилля тяжа і, отже, в тиск нижньої колони на плиту зразка. Плита виявляється опертою по контуру на нижній підставі силової верхньої рами і продавлюється знизу вгору нижньою колоною. Виникаючі при цьому зусилля повністю замкнуті у верхній частині установки і не передаються на нижню частину. В установці моделюється реальна картина продавлювання плити знизу вгору при її нагріві знизу і чотиристоронньому нагріванні продавлюючої нижньої колони.

У процесі навантаження і нагріву проводиться вимір деформацій верхньої поверхні плити, зусилля на домкраті, температури в печі та в перерізах плити і колон по всіх термодатчиках, фіксування картини утворення і розкриття тріщин.

Випробування можуть проводитися в різній послідовності: колона спочатку навантажується, а потім нагрівається; колона і плита спочатку нагрівається, а потім навантажуються; нагрів і навантаження виконуються одночасно.

На фіг. 5 показано загальний вигляд установки під час випробування, на фіг. 6 - руйнування плити від зрізу при продавлюванні і температурному впливі.

За результатами вимірювань температури у часі визначаються нестационарні температурні поля в плиті і колоні, за індикаторами і прогиномірами - переміщення і деформації при завантаженні і нагріванні. Фіксується утворення і розвиток тріщин, формування піраміди продавлювання, граничний стан і подальше руйнування вузла з'єднання колони з плитою, що в

остаточному підсумку дозволяє оцінити вогнестійкість найбільш поширених в даний час монолітних залізобетонних конструкцій будівель з безригельними каркасами.

Установка забезпечує збільшення точності визначення параметрів зрізу при продавлюванні, проведення випробування при односторонньому нагріванні, як найбільш поширеному при впливі пожежі, максимальний розділ пристрою нагріву від силового пристрою, візуальне та інструментальне спостереження за процесом напружено-деформованого стану плити і колони, в тому числі в стадії руйнування.

Джерела інформації:

1. Клованич С.Ф., Шеховцов В.И. Продавливание железобетонных плит. Натурный и численные эксперименты. - Одесса: ОНМУ, 2011.-119 (УДК 624.04:624.073.4:539.3).
2. S. El-Gamal, E.F. El-Salakawy, and B. Benmokrane. A New Punching Shear Equation for Two-Way Concrete Slabs Reinforced with FRP Bars. - ACI Structural Journal Vol. 230, October 2005.-877-894.
3. Yaser Mirzaei and Mehrdad Sasani. Finite Element Modeling of Post-Punching Behavior of Reinforced Concrete Flat Slab Structures. - Proceedings of the IMPLAST 2010 Conference October 12-14 2010 Providence, Rhode Island USA, p. 1-8.
4. Nguyen-Minh Long, Marian Rovnak, Tran-QuocToan, Nguyen-Kim Khanh, (2011) "Punching shear resistance of steel fiber reinforced concrete flat slabs", Proceedings of The Twelfth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction (EASEC-12), 24-26 th January 2011, Hong Kong Special Administrative Region, China, 535-536.
5. Wensheng Bu. Punching Shear Retrofit Method Using Shear Bolts for Reinforced Concrete Slabs Under Seismic Loading. - University of Waterloo, 2008.-233.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Установка для випробування залізобетонних плит на продавлювання при нагріванні, що містить зразок, виконаний у вигляді монолітного залізобетонного фрагмента плити і пов'язаними з нею зверху і знизу колонами, верхню силову металеву просторову раму у вигляді зрізаної піраміди для створення напруженого стану в плиті, виконану з можливістю встановлення на плиті зразка по її контуру через прокладку з фторопласту, нижньою підставою якої є замкнутий пояс з двотавра квадратний в плані за розміром плити зразка, верхньою підставою є ребриста металева пластина, на яку встановлюється домкрат, і конструкція реверсу, виконана з можливістю трансформування стискаючого зусилля в розтягувальне зусилля тяжа, верхня і нижня підстави пов'язані на зварюванні чотирма похилими розкосами коробчастого перерізу, нижню силову раму з металу та керамзитобетону і електричну піч, яка **відрізняється** тим, що зразок, виконаний у вигляді монолітного залізобетонного фрагмента плити і пов'язаними з нею зверху і знизу колонами, має по центру колон наскрізний поздовжній отвір, через який пропущено металевий тяж, закріплений знизу в торці нижньої колони і зверху з реверсом, який складається з верхньої і нижньої пластин, пов'язаних одна з одною чотирма тяжами на різьбовому з'єднанні, що пропущені через отвори в верхній підставі силової рами, верхня пластина реверсу встановлюється на домкрат, до нижньої пластини реверсу через отвір в її центрі закріплюється тяж за допомогою гайки, який проходить через отвір в колоні зразка і закріплюється до її нижнього торця за допомогою гайки, вузол сполучення нижньої частини тяжа з колоною забезпечується холодильником з водяним охолодженням і теплоізоляційним коробом від променистого нагріву.

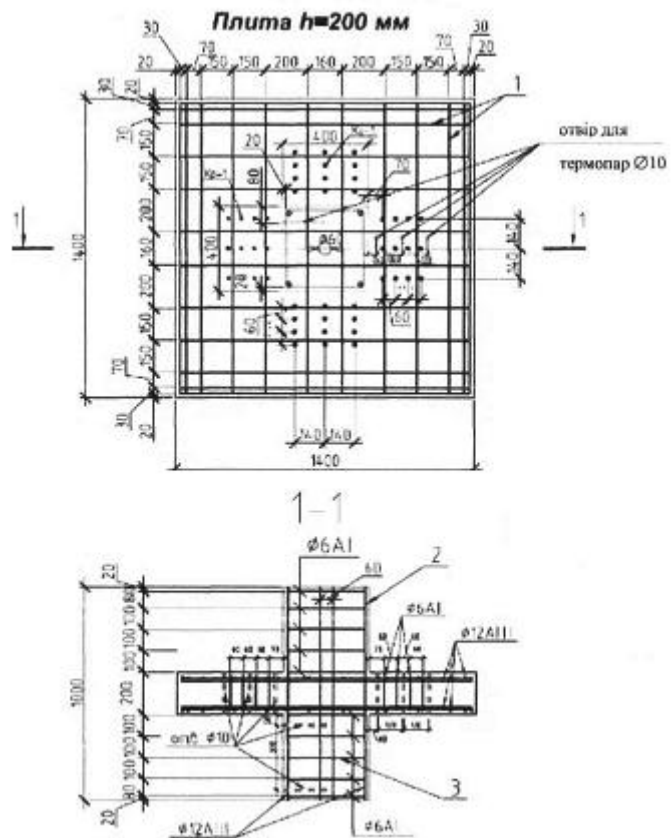


Fig. 1

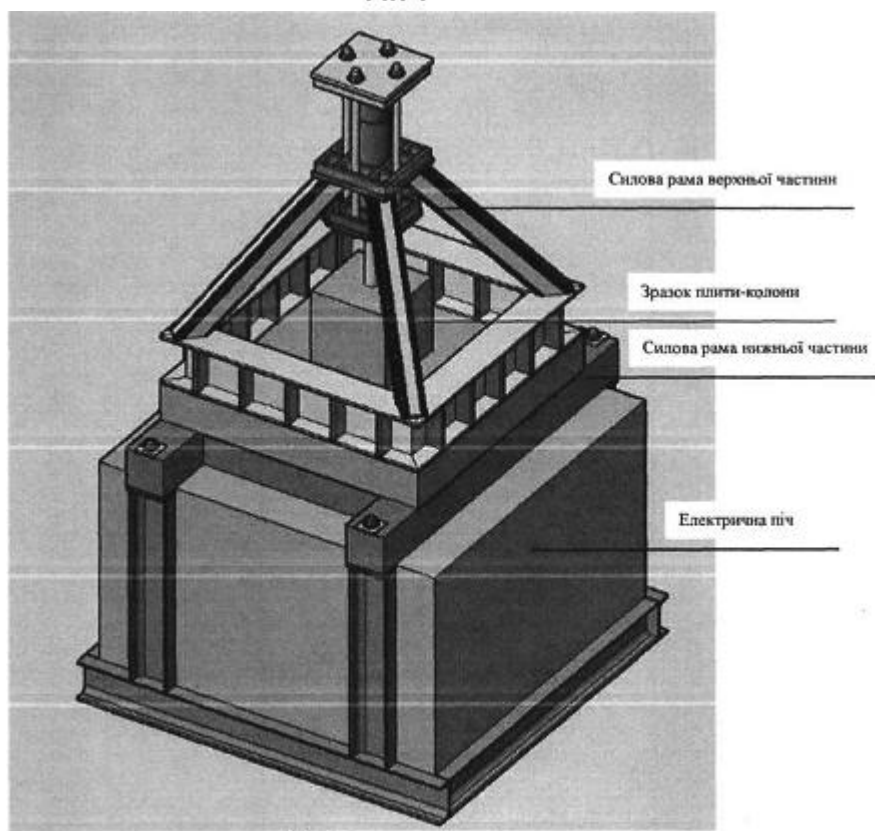


Fig. 2

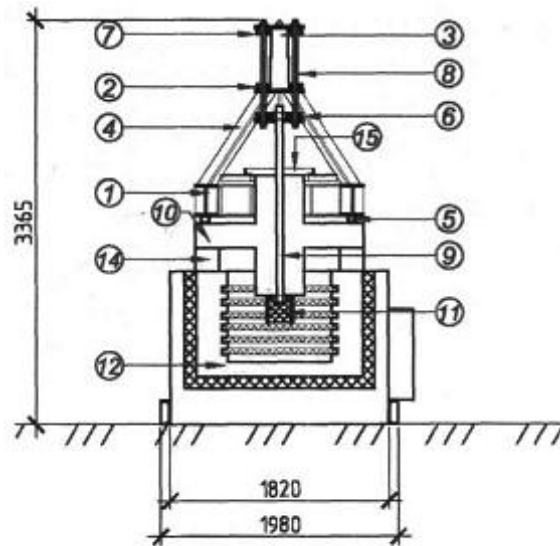


Fig. 3

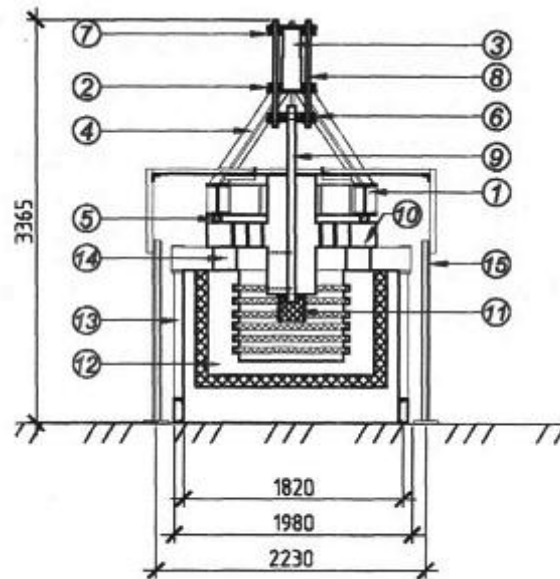


Fig. 4

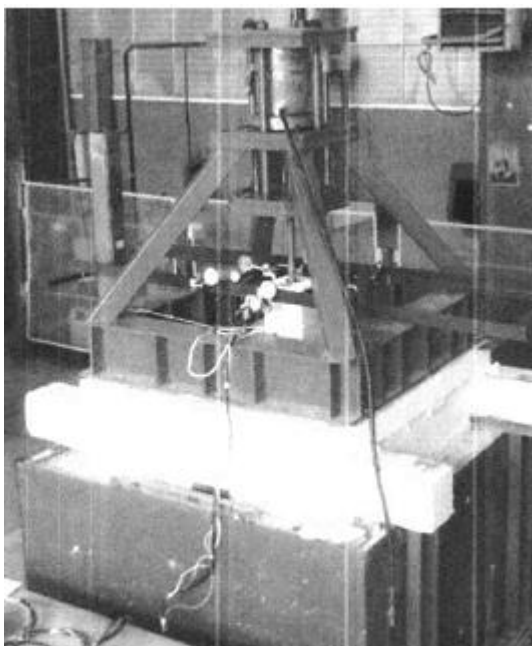


Fig. 5

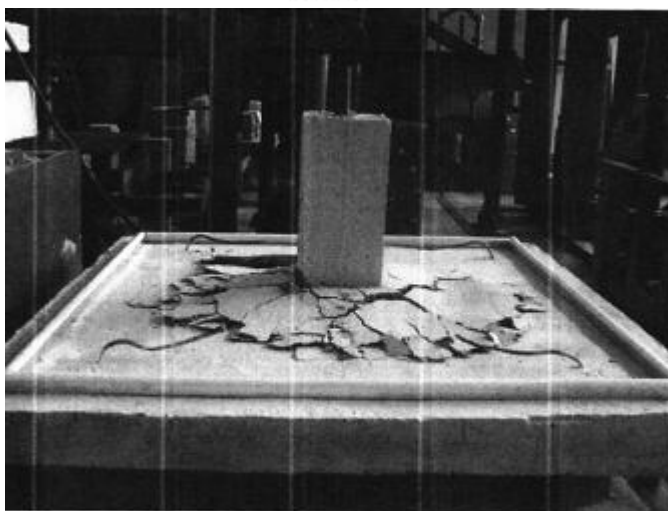


Fig. 6

Комп'ютерна верстка С. Чулій

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601