



**ҚАЗАҚСТАН  
ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ**

ISSN 1680-9165

# НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ПАВЛОДАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. С.ТОРАЙГЫРОВА



4'2002

НАУКА И ТЕХНИКА  
КАЗАХСТАНА

*10-летию*

**НЕЗАВИСИМОСТИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
посвящается**



# ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ

С. ТОРАЙҒЫРОВ АТЫНДАҒЫ ПАВЛОДАР МЕМЛЕКЕТТІК  
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

## МАЗМҰНЫ

### Жаратылыстану ғылымдары

*М.Ж. Толымбеков*

Марганецті кен базасы мен XXI ғасырдағы Қазақстан Республикасының ферромарганецті жергілікті шикізат өндіру болашақтары ..... 7

*В.В. Рындин*

Жүйе тепе-теңсіздігінің сандық өлшемдері және процесс өту барысындағы олардың өзгеруі ..... 12

*А.Қ. Алпысов*

10-сынып гөметриясын векторлық – координаталық негізде оқыту әдістемесі ..... 22

*Т. Сүлейменов*

Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесі және балқымаларындағы ультрадыбыстың таралуының өзгерісі арасындағы заңдылықтар ..... 33

*Ғ.М. Мұқанов*

Жиын қуаты және трансфиниттер теориясының логикалық құралымы ..... 41

*Ж.Қ. Шоманова, Р.Ж. Мұқанова,  
Қ.Т. Сапаров, Р.Қ. Сеитова*

Павлодар қаласының өндіріс аймағының топырақ құрамына ықпалы ..... 50

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Нухулы А., д.х.н., проф. (*главный редактор*)
- Утегулов Б.Б., д.т.н., проф. (*зам. гл. редактора*)
- Ельмуратова А.Ф., к.т.н., доц. (*отв. секретарь*)
- Члены редакционной коллегии:
- Бойко Ф.К., д.т.н., проф.
- Газалиев А.М., д.х.н., проф., член-корр. НАН РК
- Гамарник Г.Н., д.т.н., проф.
- Глазырин А.И., д.т.н., проф.
- Даукеев Г.Ж., к.т.н., проф.
- Ергожин Е.Е., д.х.н., проф., академик НАН РК
- Кислов А.П., к.т.н., доц.
- Клецель М.Я., д.т.н., проф.
- Кудерин М.К., к.т.н., доц.
- Мансуров З.А., д.х.н., проф.
- Мурзагулова К.Б., д.х.н., проф.
- Пивень Г.Г., д.т.н., проф.
- Сагинов А.С., д.т.н., проф., академик НАН РК
- Сулеев Д.К., к.т.н., проф.
- Сейтахметова Г.Н. (*тех. редактор*)

Адрес редакции:  
637034, г. Павлодар,  
ул. Ломова, 64.  
Тел.: (3182) 45-11-43  
(3182) 45-38-60  
Факс: (3182) 45-11-23  
E-mail: [publish@psu.kz](mailto:publish@psu.kz)  
[nauka@psu.kz](mailto:nauka@psu.kz)

УДК 620.178.7

## СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ УДАРНОЙ НАГРУЗКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМЕЮЩИХСЯ ЭМПИРИЧЕСКИХ ФОРМУЛ

М.К. Кудерин

Павлодарский государственный университет  
им. С. Торайгырова

*Мақалада негізін белгілі эмпирикалық формуларды қолдануды ескере отырып экспериментальды сынақ жүргізу арқылы алынған темірбетон тақталардың бұзылуының әртүрлі деңгейлерін салыстыруға көңіл аударылады. Экспериментті зерттеу нәтижесінде темірбетон тақталардың соққы түрінде күш түсіріп сынағандағы қирау схемасы мына факторлардың әсеріне тәуелділігі анықталды: тақталардың қалыңдығы мен оларды тіреу жағдайлары, арматуралау пайызы, соққыш пішіні, соғылу массасы мен жылдамдығы. Кейбір формулардың төменжылдамдықты соққы түрінде жүктемелуге қолдануға жарамдылығы бойынша ұсыныстар берілген. Мақалада әңгімелеп отырған деректер сынақ үлгілерінің 2 тобын сынап эксперименттік зерттеу арқылы алынған. Мақалада қолданысқа маңызы бар болғандықтан оны депоненттеу түрінде жариялау мүмкін болады.*

*Основное внимание в статье уделено сравнению разных уровней разрушения железобетонных плит, полученных экспериментальным испытанием, с учетом использования имеющихся эмпирических формул. На основании экспериментальных исследований установлены схемы разрушения железобетонных плит при ударном нагружении в зависимости от следующих влияющих факторов: толщина и условия опирания плит, процент армирования, форма ударника, масса и скорость соударения. Дана рекомендация о соответствии отдельных формул для низкоскоростного ударного нагружения. Обсуждаемые в статье данные получены в результате экспериментальных испытаний – 2-х серий опытных образцов. Статья имеет практическое значение и публикация её в виде депонирования представляется возможным.*

*The primary attention of the article is focused on comparison of different levels of iron – concrete slabs destruction got by experimental test with the calculation of available empirical formula usage. On the bases of experimental researches the schemes of iron – concrete slabs destruction by procussive loading are set. It depends on following factors: thickness and slab's leaning conditions, reinforced procent, form of a striker, mass and compact speed. The recommendation is given in accordance with formuls for the low speeded procussive loading. The given facts are received in accordance with the results of experimental researches. The article has the practical meaning and its publication in the soft of depot seams possible.*

В настоящее время при проектировании железобетонных ограждающих конструкций ответственных сооружений требуется учитывать ряд специальных динамических нагрузок однократного действия, аварийного характера. К таким нагрузкам, в частности, относятся и ударные нагрузки.

В результате действия этих нагрузок на строительные конструкции возникает такое напряжённое состояние, при котором в наиболее нагруженных сечениях величина напряжения превышает предел упругости и в конструкциях возникают пластические деформации.

Случаи, в которых рассматриваются такие виды нагрузок, представляют интерес для инженера-строителя. К числу подобных воздействий следует отнести:

- падение тяжёлых грузов на перекрытия промышленных зданий;
- падение камней на укрытия (бункера), предназначенные для хранения сырья;
- удары транспортных средств в опоры эстакад и путепроводов;

- удары судов в опоры мостов или о платформы, выступающие от берега;

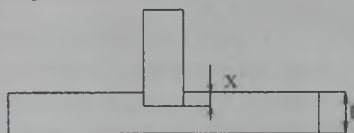
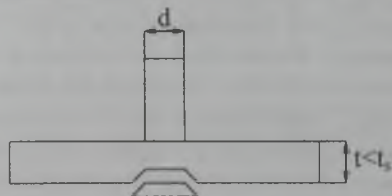
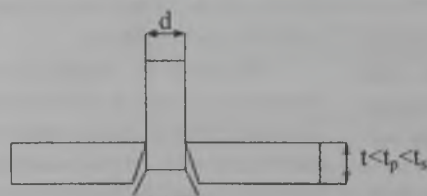
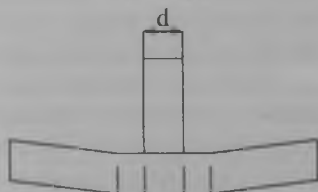
- нагрузки от разлетающихся осколков разрушающегося оборудования и др.

Существует необходимость первоначального расчета строительных конструкций или хотя бы их оценки с точки зрения уменьшения повреждений при ударе. Это используется в тех случаях, когда считается, что результаты местного повреждения и возможного проникания через конструкции будут достаточно серьезными или же, когда риск подобного нагружения является достаточно большим.

Как правило, защита осуществляется за счёт использования обычного бетона с достаточной толщиной для того, чтобы выдержать удар «снаряда». Основным критерием повреждения является глубина проникновения «снаряда» в материал. Отмечаются затруднения, связанные с попытками определения нагрузочных условий, способных вызвать местные повреждения, так

как это связано с взаимодействием целого ряда факторов. Для установления определённой связи между параметрами импульса, толщиной плиты, процентом армирования и формой ударной массы при разрушении плит, опёртых по всему контуру, были проведены экспериментальные испытания железобетонных плит на воздействие ударной нагрузки. Для проведения многофакторной нагрузки были изготовлены железобетонные плиты для шарнирного опирания и защемления по всему

контур с содержанием арматуры 0,3% и 0,6%. Ударное нагружение производилось при помощи недеформируемого стального снаряда, который падал с проектируемой высоты. Скорости снаряда-ударника были ограничены высотой свободного падения и составляли от 3 м/сек до 7,52 м/сек. Ударная нагрузка вызвала разные уровни разрушения железобетонных плит: проникание снаряда в плиту, откол, полное пробивание и общее деформирование плиты.

Проникание ( $x$ )Откол ( $t_s$ )Пробивание ( $t_p$ )

Общее деформирование

Проникание ( $x$ ) можно определить как вход тела в «мишень» (плиту) без сквозного проникания последней.

В противоположность этому при пробивании ( $t_p$ ) «снаряд» насквозь проходит «мишень».

Откол ( $t_S$ ) - это разрушение под действием растягивающих напряжений, возникающих при отражении волны сжатия от тыльной поверхности плиты.

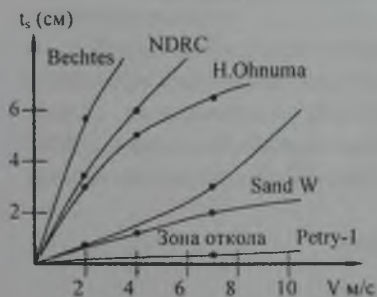
На основании экспериментальных исследований установлены

4 схемы разрушения железобетонных плит при ударном воздействии.

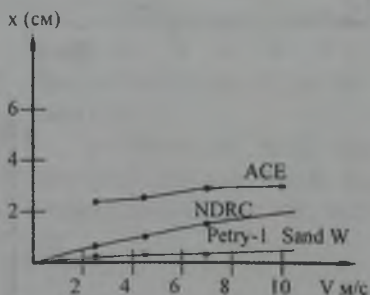
Характер разрушения бетонной конструкции при воздействии удара зависит среди прочих факторов от скорости соударения. По мере увеличения скоростей возникает тенденция к местному прониканию.

Выполнено сравнение разных уровней повреждённых плит, полученных экспериментальным испытанием с учётом использования имеющихся эмпирических формул (Рис. 1, 2).

Откол

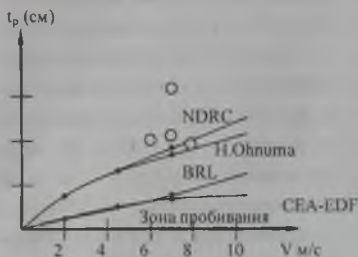


Проникание





## Пробивание



● - Уравнение

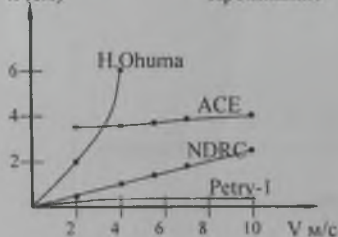
○ - Экспериментальные данные

Рис. 1 – Сравнение значений проникания ( $x$ ), толщины откола ( $t_s$ ) и пробивания ( $t_p$ ), вычисленных по различным формулам.

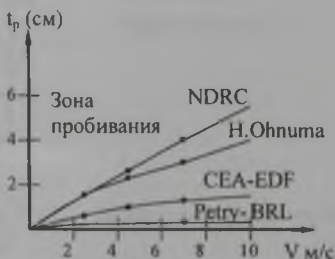
$d=50$  мм - диаметр ударника

$W=7.8$  кг - масса ударника

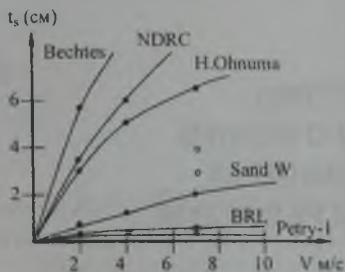
## Проникание



## Пробивание



## Откол



## Заключение

На основе испытания железобетонных плит, опертых по всему контуру, на воздействие ударной нагрузки при низких скоростях даны следующие выводы.

1. Толщина плиты, при которой происходит перфорация (пробивание)  $t_p$ , вычисляется по формуле NDRC – (научно-исследовательский комитет национальной защиты) /2/.

2. Толщина плиты, при которой происходит образование шелушения и откола  $t_s$  – по формулам H. Ohnuma /4/ Ston и Webster /2/.

3. Глубина проникания  $x$  при случае низкоскоростного удара может быть определена по формулам: Petry – 1, Amman и Witney, BRL (лаборатория баллистических ракет) /3/.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Забегаев А. В. Строительная механика, -№1, -М., 1988. С.3-6.

2. Sliter G. E. Jornal, Structural Division, 106 fi ST5. p.p. 1024-1045 May 1(1980).

3. Kennedy R. P. Jornal, Nuclear

Engineer and Design, 37, p.p. 183-203, May 1976.

4. Ohnuma H., Ito C., Trans. 8 Int. Conf. Structur. Mech. React. Technol. Brussels, Aug. 1985. Vol J 19-23.