

**МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНОГО УСТОЙЧИВОГО СОСТОЯНИЯ И  
ВРЕМЕНИ РАЗРУШЕНИЯ МОДЕЛИ ПРИ ЕЕ ИСПЫТАНИИ НА  
СЕЙСМОПЛАТФОРМЕ КГУСТА**

**METHOD OF DETERMINING THE MAXIMUM STEADY STATE AND DESTRUCTION  
OF THE MODEL WHEN TEST ON THE SEISMIC PLATFORM KSUCTA**

*Макалада сейсмоплатформанын кыскача мүнөздөмөсү жана моделдин туруктуулук абалынын чегине жетүү мөөнөтү менен анын талкалануу мөөнөтүн каттоо ыкмасы каралган.*

***Ачык сөздөр:** курулуштардын сейсматуруктуулугу, динамикалык мүнөздөмөлөр, сейсмоплатформанын мүнөздөмөсү, имитация, модель, термелүү, жыштык, амплитуда.*

*В статье приводятся краткие характеристики сейсмоплатформы и метод регистрации времени возникновения предельного устойчивого состояния и время разрушения модели.*

***Ключевые слова:** сейсмостойкость сооружений, динамические характеристики, характеристики сейсмоплатформы, имитация, модель, колебание, частота, амплитуда.*

*The article provides brief characteristics of a seismoplatform method of registration and time of occurrence of the limiting steady state and the time of the destruction of the model.*

***Keywords:** earthquake-resistant structures, dynamic performance characteristics seysmoplatformy, simulation, model, oscillation frequency, amplitude.*

Проблемами инженерной сейсмологии и сейсмостойкости сооружений в той или иной степени занимаются многие ведомства и учреждения весьма различного профиля от научно-исследовательских институтов академии наук до директивных органов, подобных МЧС Кыргызской Республики. Естественно, что каждому из таких учреждений присуще свое понимание как проблемы в целом, так и роли и возможностей отдельных участников, работающих над ее решением [1].

В основу оценки сейсмостойкости зданий и сооружений положена их устойчивость при сейсмических воздействиях различной балльности. За критерий сейсмостойкости объектов приняты предельно допустимые нагрузки от сейсмического воздействия. Землетрясение большой интенсивности, к счастью, явление, которое происходит не так уж часто. Для объективной оценки сейсмостойкости того или иного сооружения, используются, в частности, экспериментальные испытания с применением сейсмоплатформ и других вибрационных установок, имитирующих динамические воздействия.

Существующие сейсмоплатформы создают колебания в диапазоне частот 0,5—100 Гц, величины ускорений колебаний изменяются от 0,1 до 2,4 g [2]. Сейсмоплатформы и виброплатформы позволяют изучить на моделях динамические характеристики зданий и сооружений, их реакции при импульсных воздействиях, вынужденных резонансных колебаниях, при колебаниях, запрограммированных во времени по заданному закону. В ходе

этих исследований можно повторить эксперимент на одной и той же модели в одинаковых начальных условиях, создать воздействие значительной длительности, довести модель до разрушения. С помощью сейсмоплатформ возможна имитация как однонаправленных динамических нагрузок (горизонтальное, вертикальное), так и многокомпонентных, включающих вращательные движения (рис.1.).

Однако при испытаниях на сейсмоплатформах не удастся в полной мере имитировать сейсмическое воздействие, что вызвано трудностью создания волновой картины передачи энергии от грунта сооружению.

Кроме того, проводить испытание непосредственно натуральных объектов или крупномасштабных моделей не позволяют ограниченные грузоподъемность и размеры сейсмоплатформ.



Рис.1. Стенд УСП-300 (универсальная сейсмоплатформа)

В СНГ и других странах разрабатываются мощные сейсмоплатформы программного управления (рис.2.). Программное управление позволяет моделировать воздействия, приближающиеся к реальному сейсмическому, с увеличением грузоподъемности, что даст возможность проводить испытания крупномасштабных моделей зданий и сооружений.



Рис.2. Здание в натуральную величину на E-Defense сейсмоплатформе в Японии

Наряду с модельными экспериментами широко применяются и полевые испытания на сейсмостойкость зданий и сооружений. В последнее время для оценки динамических характеристик зданий и сооружений, их реакции на импульсное воздействие используются электродинамические виброисточники. С их помощью можно создать трехкомпонентную сейсмоплатформу в естественных грунтовых условиях, что позволит подробно исследовать взаимодействие сооружений с грунтом. Одно из существенных преимуществ этого метода – возможность проводить испытания в зоне плотной застройки, в черте города.

Вибраторы направленного действия позволяют изучить поведение зданий и сооружений в резонансном режиме. Благодаря этому можно выявить ряд факторов, определяющих деформированное состояние, то есть выбрать математическую модель расчетной схемы сооружений.

Вместе с тем вибрационный метод испытания на сейсмостойкость имеет ряд недостатков. Вибрационные машины устанавливаются на зданиях, поэтому энергия передается непосредственно на его конструкции; возбуждаемые вибратором колебания носят гармонический характер; доведение опытных образцов зданий и сооружений до разрушения требует создания мощных вибраторов (рис.3.).

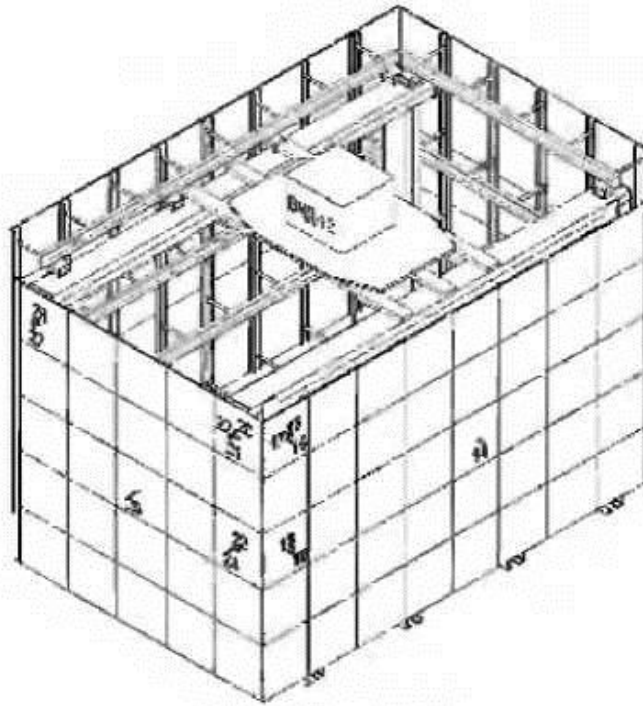


Рис. 3. Схема возбуждения колебаний рамы с помощью вибромашины

В Кыргызстане исследования по вопросам сейсмостойкости различных объектов на сейсмоопасных районах проводятся с момента образования Фрунзенского политехнического института.

В начале 1970 годов началась организация службы инженерно-сейсмометрических станций, предназначенных для изучения поведения зданий при сильных и разрушительных землетрясениях.

Для испытания конструкций или их моделей при одномерном плоском движении основания и для совершенствования существующих методов, оценки сейсмостойкости объектов исследования в 1977 году смонтирована в лабораторном помещении учебного корпуса №3 КГУСТА сейсмоплатформа со следующими характеристиками:

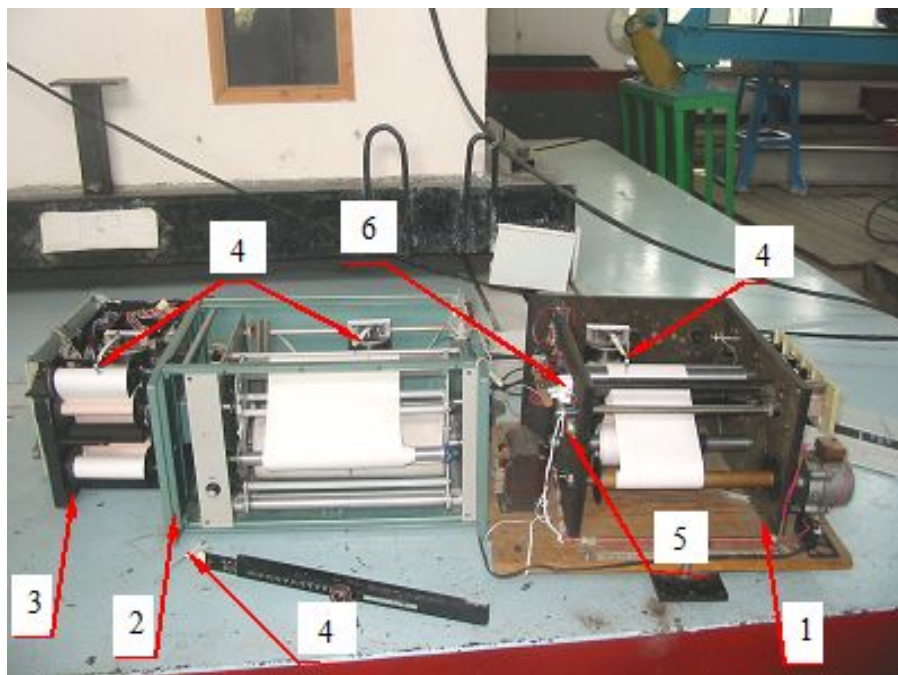
- источник питания с переменным напряжением 380 В;
- потребляемая мощность – 50 кВт;
- частота колебания (с защитным устройством блокировки) -  $1 \div 7,3$  Гц;
- амплитуда колебаний –  $0,1 \div 2,1$  см;
- грузоподъемность – 15 т;
- габаритные размеры стола: длина – 4200 мм, ширина – 4200 мм, высота – 800 мм;
- регулирование инерционного действия по частоте и амплитуде осуществляется дебалансами и числом оборотов привода – 8 положений.

Сейсмоплатформа была установлена и смонтирована работниками ПНИЛСС ФПИ под руководством к.т.н. Ю.А.Коваля. Итак, из приведенных характеристик сейсмоплатформы эффективно влияющими на устойчивость сооружения (физической модели) являются следующие параметры: периодическая частота воспроизведения  $1 \div 7,3$  Гц и амплитуда колебания –  $0,1 \div 2,1$  см.

Таким образом, целью и задачей данной работы является проведение комплексных исследований, направленных на установление влияния на элементы испытываемой модели сооружения горизонтальных плоских колебаний в интервале частот  $1 \div 7,3$  Гц, воспроизводимых сейсмоплатформой КГУСТА. Поскольку воспроизводимая сейсмоплатформой частота периодическая, то полученные записи позволяют строго, без

поправок определять скорости, ускорения движения основания и покрытия испытуемой модели.

Для записи истинных перемещений на трех уровнях высоты модели исследования, нами изготовлены регистры видимой записи в количестве 3 шт. (рис.4) [3].



а) основной регистр



б) регистр видимой записи (РВЗ)



в) регистр на основе Н041



Рис.4. Регистры видимой записи и марки времени для 3-х регистраторов истинных перемещений на объекте исследования: 1- основной регистр; 2- регистр видимой записи (РВЗ); 3- регистр на основе Н041; 4- перо; 5- тумблер; 6- импульсник.

Эти нестандартные приборы обеспечены синхронизаторами через контактные часы, которые дают возможность зафиксировать интервал времени возникновения предельного устойчивого состояния и время разрушения модели в целом. В результате, точно определим, к каким периодам колебаний они относятся, так как очень трудно теоретически предсказать несущую способность и вероятность разрушения объектов различной прочности при интенсивных колебательных воздействиях.

Следовательно, из выше приведенного анализа колебательных процессов системы (сейсмоплатформа – модель) без ущерба надежности виброграмм, можно исключить изучение измерений через гальванометрические регистрации колебаний объектов.

## Список литературы

1. Деркачев А.А. Современные проблемы инженерной сейсмологии и теории сейсмостойкости [Текст] / А.А.Деркачев, С.Х.Негматуллаев // Методы и алгоритмы инженерной сейсмологии и теории сейсмостойкости.– Душанбе: 1975. - № 4. - С.3.
2. Кикоин И.К. Испытание на сейсмостойкость зданий и сооружений [Текст] / И.К. Кикоин, М.А. Садовский, С.Х. Негматуллаев. // Организация и эффективность научных исследований. – М: №4. - 1985. - С.82.
3. Кутуев М.Д. Регистры истинных перемещений физических тел, испытываемых на виброплатформе КГУСТА [Текст] / М.Д. Кутуев, Н.У. Шамшиев и др. // Вестник КГУСТА. - Бишкек: 2008. - № 3(21).–С.93-94.