**<https://engtech.spbstu.ru/en/section/7/>**

**LABOUR PROTECTION AND SAFETY ENGINEERING IN CARRYING OUT OF BENCH TESTS OF BUILDING STRUCTURES**

Experimental substantiation of measures to improve the design solutions of building structures used to increase the reliability and survivability of buildings and structures of an increased level of responsibility requires not only the use of a complex bench base of specialized research organizations, but also ensuring the necessary level of safety when conducting this kind of research.

Let's look at the example of the stand base of JSC"26 Central Research Institute" both the features of the tests themselves, and the unconditional requirements for

ensuring the safety of employees conducting them.

The poster base of the specialized research organization is located at two experimental sites located at the testing grounds of the Vyborg district of the Leningrad region.

The VSS-300 seismic stand is used to test new types of structures for seismic impact. The seismic stand is a metal box-shaped structure with a length of 30 m and a width of 12 m, on which a movable metal platform with dimensions of 18 × 7 m is located on spherical pneumatic shock absorbers.

The modes of bench testing actions are formed on a movable metal platform due to the use of a mechanical system in the design of the stand equipped with pneumatic (power) and pneumohydraulic (form the required frequency composition of the impact) devices. The structure under study is placed on the mobile platform of the stand, which serves as a working test table of the stand.

The movement of the platform of the stand should simulate the real movement of the ground under the direct impact of an earthquake with an intensity of up to 9 points inclusive on the scale MSK-64. The criterion of compliance is the overlap of the test spectrum of acceleration of the platform walls earthquakes of intensity 9 points on the scale of MSK-64 (SP 14.13330.2011. "Construction in seismic areas. Updated version of the SNiP P-7–81\* "). When testing "brick fragments" reinforced with domestic materials JSC "Composite", for a seismic

impact equivalent to an earthquake with an intensity of 9 points on the MSK-64 scale, an unstressed fragment collapses. At the same time, there is a danger of damage to both the seismic platform itself and the surrounding space by fragments of destroyed structures. It is obvious that the standard instructions on occupational health and safety do not provide for measures for additional protection of personnel [11-14]. For example, the control and measuring point (KIP) is not assigned to a safe distance, the size of the safe zone is not determined, protective fences are not carried out and the cordon of the experimental site is not provided.

Conducting static tests of building structures on a hydraulic power stand in some cases also cannot be regulated by standard safety instructions.

So, when testing experimental models of reinforced concrete structures with loop joints, which are supposed to be used for structural protection The dimensions of the camera are 8.0 × 6.0 × 3.5 m. The camera is equipped with a movable side wall and a coating. The lateral movable wall is formed of 18 metal plates arranged in two levels, each of which is connected to a hydraulic jack. The jacks have a stroke of up to 1.0 m and allow you to create a maximum total lateral force of up to 2700 tc. Fixing jacks to the plates and the wall of the stand fence are equipped with ball bearings with a rotation angle of up to 15 °. The maximum force on one jack is

150 tc. In strength tests with significant deformations of models of reinforced concrete structures, the realized load reaches values of 600-700 kN. At the same time, the loading is carried out in stages, and at each stage of the load it is necessary to fix the opening of cracks, descending into the power chamber (Fig. 6). It is obvious that the specifics of this kind of tests require finalizing the existing safety requirements in terms of inspection and fixing damage to the model, which is under the influence of significant among the factors that pose a danger to humans, the main thing will be the scattering of fragments of the protective layer of reinforced concrete, the more intense the higher the effective load.

The given examples are intended to show that when using the bench base

of research organizations, special attention should be paid to the development of test programs in which, along with standard safety requirements, it is necessary to provide additional sections that take into account the specifics of specific work and related threats to personnel. At the same time, the economic aspect of such tests should certainly be taken into account, because excessive labor protection and safety measures can lead to unjustified overestimation of the price of the tests themselves.

Employees who are allowed to participate in construction production, to whom additional (increased) labor protection requirements are imposed, must periodically undergo special training on labor protection and verification of knowledge of labor protection requirements.

Before examining structures, a plan is drawn up for the safe conduct of work, both with temporary cessation of operation and without cessation of operation of the building or its individual sections. The plan must include measures that exclude the possibility of collapse of structures, injury to people by gas, electric current, steam, fire, collision with vehicles, etc.

 To provide direct access to structures, the means available in the building can be used: overhead and overhead cranes, transition platforms and galleries, technological equipment, etc. In the absence of such, scaffolding, scaffolding and platforms, floorings, cradles, ladders, stepladders are arranged.

 When carrying out work to inspect structures, workers conducting the inspection are required to comply with the requirements of SNiP 12-03-2001 and SNiP 12-04-2002 on occupational safety and health in construction.

 Persons conducting field surveys must, in accordance with GOST 12.0.004, undergo introductory (general) instruction in the labor protection department of the enterprise, as well as instruction directly at the site where the inspection will be carried out, conducted by an authorized person. The briefing is recorded in a special journal with signatures from the person who conducted the briefing and the employee who received the briefing.

 Persons conducting the examination must use the necessary protective equipment and clothing: safety helmets according to GOST 12.4.087; safety belts in accordance with TU 36-2103 indicating the location of fastening the carbine and safety ropes in accordance with GOST 12.4.107 (if necessary); workwear that should not have dangling or hanging parts to avoid entanglement with moving parts of mechanisms and conductive elements; devices and devices for protecting the eyes and respiratory tract, used at this enterprise in accordance with the existing harmful factors: masks, goggles, respirators, gas masks, oxygen isolating devices, ventilated spacesuits, etc.

 All work on inspection, measurement and testing of structures at a height of more than three meters is usually carried out from a scaffold. Carrying out these works without scaffolding is allowed only if it is impossible to arrange them, with the mandatory use of safety devices (tensioned steel ropes, safety nets, etc.) and mounting belts.

 Every day, before starting work, it is necessary to check the condition of scaffolding, scaffolding, fences, cradles, and stairs; if they malfunction, the necessary repair measures must be taken.

When testing on a bench, in a number of cases conditions arise that are unfavorable for the performers of the work. When tested, hazards occurring in the workplace are divided into impulse and accumulative ones.

Sources of impulse hazards are moving masses, flows of gases and liquids, and improper placement of equipment in the workplace. An impulse hazard leading to injury is instantaneously realized at random times and can be represented by a discrete random function of the production process.

Sources of accumulative hazards are: increased noise, air pollution with gases and vapors. As a result of these factors, the human body becomes overtired, coordination of movements is impaired, and the body’s reaction to external stimuli is dulled. The accumulative hazard occurs throughout the entire production process, representing its continuous function and leads to increased fatigue and illness.

**ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ**

**ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ**

**СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

 Экспериментальное обоснование мероприятий по совершенствованию проектных решений строительных конструкций, используемых для

увеличения надежности и живучести зданий и сооружений повышенного уровня ответственности, требует не только использования сложной стендовой базы специализированных научно-исследовательских организаций, но и обеспечения необходимого уровня безопасности при проведении такого рода исследований. Рассмотрим на примере стендовой базы ОАО «26 ЦНИИ» как особенности проведения самих испытаний, так и безусловные требования по обеспечению охраны труда сотрудников, их проводящих. Стендовая база специализированной научно-исследовательской организации размещена на двух экспериментальных площадках, расположенных на испытательных полигонах Выборгского района Ленинградской области.

Для испытания новых типов конструкций на сейсмическое воздействие используется сейсмостенд ВСС-300. Сейсмостенд представляет собой металлическую коробчатую конструкцию длиной 30 м и шириной 12 м, на которой на опорно-сферических пневматических амортизаторах расположена подвижная металлическая платформа размерами 18×7 м.

Режимы стендовых испытательных воздействий формируются на подвижной металлической платформе за счет применения в конструкции стенда механической системы, снабженной пневматическими (силовыми) и пневмогидравлическими (формируют требуемый частотный состав воздействия) устройствами. На подвижной платформе стенда, служащем рабочим испытательным столом стенда, размещается исследуемая конструкция.

Движение платформы стенда должно имитировать реальное движение грунта при сейсмическом воздействии землетрясения интенсивностью до 9 баллов включительно по шкале MSK-64. Критерием соответствия является перекрытие испытательным спектром ускорения движения платформы стенда стандартной кривой коэффициента динамичности спектра землетрясений интенсивности 9 баллов по шкале МSК-64 (СП 14.13330.2011. «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП П-7–81\*»). При проведении испытаний «кирпичных

фрагментов», усиленных отечественными материалами ОАО «Композит», на сейсмическое воздействие, эквивалентное землетрясению интенсивностью 9 баллов по шкале MSK-64, происходит обрушение неусиленного фрагмента (рис. 4). При этом возникает опасность повреждения как самой сейсмоплатформы, так и окружающего пространства обломками разрушенных конструкций. Очевидно, что в типовых инструкциях по охране труда и технике безопасности не предусматриваются мероприятия по дополнительной защите персонала [11–14]. Например, контрольно измерительный пункт (КИП) не отводится на безопасную дистанцию, не определяется размер безопасной зоны, не выполняются защитные ограждения и не предусматривается оцепление экспериментальной площадки. Проведение статических испытаний строительных конструкций на гидросиловом стенде в ряде случаев также не может быть регламентировано типовыми инструкциями по технике безопасности.

Так, при испытаниях опытных моделей железобетонных конструкций с петлевыми стыками, которые предполагается использовать для конструктивной защиты АЭС, модель располагается в камере объемного нагружения, входящей в состав существующего гидросилового стенда.

Размеры камеры — 8,0×6,0×3,5 м. Камера снабжена подвижной боковой стенкой и покрытием. Боковая подвижная стенка сформирована из

18 металлических пластин, расположенных в двух уровнях, каждая из которых соединена с гидродомкратом. Домкраты имеют ход до 1,0 м

и позволяют создать максимальное суммарное боковое усилие до 2700 тс. Крепления домкратов к плаcтинам и стенке выгородки стенда оснащены шаровыми опорами с углом поворота до 15°. Максимальное усилие на одном домкрате — 150 тс.

В испытаниях на прочность при значительных деформациях моделей железобетонных конструкций реализуемая нагрузка достигает значений 600–700 кН. При этом нагружение проводится поэтапно, и на каждой ступени нагрузки необходимо фиксировать раскрытие трещин, спускаясь в силовую камеру.

Очевидно, что специфика такого рода испытаний требует доработать существующие требования по технике безопасности в части, касающейся осмотра и фиксации повреждений модели, находящейся под действием значительной нагрузки. Опасность для исследователей заключается в возможности внезапного разрыва конструктивной арматуры и потери железобетонной конструкцией «несущей способности». При этом среди факторов, представляющих опасность для человека, главным будет разлет осколков защитного слоя железобетона, тем более интенсивный, чем выше действующая нагрузка. Приведенные примеры имеют своей целью

показать, что при использовании стендовой базы научно-исследовательских организаций следует особое внимание уделять вопросам разработки

программ испытаний, в которых, наряду с типовыми требованиями по технике безопасности, необходимо предусматривать дополнительные разделы, учитывающие специфику конкретных работ и связанные с ними угрозы для персонала. При этом следует безусловно учитывать экономический аспект таких испытаний, ибо избыточные мероприятия по охране труда и технике безопасности могут привести к неоправданному завышению цены самих испытаний.

Работники, допускаемые к участию в строительном производстве, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования охраны труда, должны периодически проходить специальное обучение по охране труда и проверку знания требований охраны труда.

Перед обследованием конструкций намечается план безопасного ведения работ как с временным прекращением эксплуатации, так и без прекращения эксплуатации здания или отдельных его участков. План должен предусматривать мероприятия, исключающие возможность обрушения конструкций, поражения людей газом, током, паром, огнем, наезда транспорта и т.п. Для обеспечения непосредственного доступа к конструкциям могут быть использованы имеющиеся в здании средства: мостовые и подвесные краны, переходные площадки и галереи, технологическое оборудование и т.п. При отсутствии таковых устраивают подмости, леса и площадки, настилы, люльки, приставные лестницы, стремянки.

При производстве работ по обследованию конструкций работники, проводящие обследование, обязаны соблюдать требования СНиП 12-03-2001 и СНиП 12-04-2002 по технике безопасности и безопасности труда в строительстве.

Лица, проводящие натурные обследования, должны в соответствии с ГОСТ 12.0.004 пройти вводный (общий) инструктаж в отделе охраны труда предприятия, а также инструктаж непосредственно на объекте, где будет проводиться обследование, проводимый уполномоченным лицом. Проведение инструктажа фиксируется в специальном журнале с росписью лица, проводившего инструктаж, и работника, прошедшего инструктаж.

Лица, проводящие обследование, должны использовать необходимые защитные приспособления и спецодежду: защитные каски по ГОСТ 12.4.087;

предохранительные пояса по ТУ 36-2103 с указанием места закрепления карабина и страховочных канатов по ГОСТ 12.4.107 (при необходимости);

спецодежду, которая не должна иметь болтающихся и свисающих частей во избежание зацепления с движущимися частями механизмов и токопроводящими элементами; аппараты и приспособления для защиты глаз и дыхательных путей, применяющиеся на данном предприятии в соответствии с имеющимися вредными факторами: маски, очки, респираторы, противогазы, кислородные изолирующие приборы, вентилируемые скафандры и т.д.

Все работы по осмотру, обмерам и испытаниям конструкций на высоте более трех метров, как правило, проводятся с подмостей. Выполнение этих работ без подмостей допускается только при невозможности их устройства, с обязательным применением предохранительных приспособлений (натянутые стальные канаты, страховочные сетки и т.д.) и монтажных поясов.

Ежедневно перед началом работ необходимо провести проверку состояния лесов, подмостей, ограждений, люлек, лестниц; в случае их неисправности должны быть приняты необходимые меры по ремонту.

При испытании на стенде в ряде случаев возникают условия, неблагоприятные для исполнителей работ. Опасности, имеющие место на рабочем месте, при испытании подразделяются на импульсные и аккумулятивные.

Источниками импульсных опасностей являются подвижные массы, потоки газов и жидкостей, неправильное размещение оборудования на рабочем месте. Импульсная опасность, приводящая к травме, мгновенно реализуется в случайные моменты времени и может быть представлена дискретной случайной функцией производственного процесса.

Источниками аккумулятивных опасностей являются: повышенный шум, загрязненность воздушной среды газами и парами. В результате действия этих факторов организм человека переутомляется, нарушается координация движений, притупляется реакция организма на внешние раздражители. Аккумулятивная опасность реализуется на протяжении всего производственного процесса, представляя его непрерывную функцию и приводит к повышенному утомлению, заболеваниям.