

## Лекция 8.

### Инструментальные методы обследования

Выявление скрытых дефектов покрытий и оснований (зазоры между конструктивными слоями покрытия, просадки основания вследствие размыва, нарушения проектного теплового режима естественных грунтов и т.д.), наличие которых нельзя установить по результатам визуального обследования, производится при помощи инструментальных методов геофизических исследований:

- ультразвукового,
- тепловизорного,
- радиоизотопного,
- георадиолокационного и т.п. <sub>1</sub>

Определение характеристик материалов покрытия и искусственного основания производится неразрушающими методами и лабораторными исследованиями образцов материалов (кернов), отобранных из покрытия.

Неразрушающими методами определяется прочность на сжатие тяжелого и легкого бетонов. К ним относятся методы:

- упругого отскока;
- пластических деформаций;
- ударного импульса;
- отрыва;
- отрыва со скалыванием;
- ультразвуковой.

Применение указанных методов регламентируется ГОСТ 22690-88 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля.

Метод упругого отскока основан на использовании зависимости величины (высоты) отскока условно упругого тела при ударе его о поверхность бетона от прочности этого бетона.

В результате удара движущейся массы о поверхность бетона происходит перераспределение начальной кинетической энергии таким образом, что одна ее часть поглощается бетоном при проявлении пластических деформаций, а другая часть передается ударной массе в виде реактивной силы, преобразующейся в кинетическую энергию отскока. Чтобы начальная энергия удара распределялась таким образом, масса бетона должна быть бесконечно большой по сравнению с массой ударника, что должно исключить затраты энергии на перемещение бетонной массы.

Методы упругого отскока и пластических деформаций осуществляются с использованием приборов, примерами которых являются молоток Кашкарова и склерометры Шмидта.

# Молоток Кашкарова

Принцип действия:

В молоток вставляется металлический стержень из гладкой арматурной стали длиной 150 мм, диаметром 10-12 мм. Затем молотком наносят удар по поверхности бетона. Замеряют размер отпечатков, получившихся на бетоне и стержне. Зная прочность стержня, из соотношения диаметров отпечатков вычисляется прочность бетона.

Конструкция эталонного молотка Н.П. Кашкарова приведена на рис.1

# Молоток Кашкарова

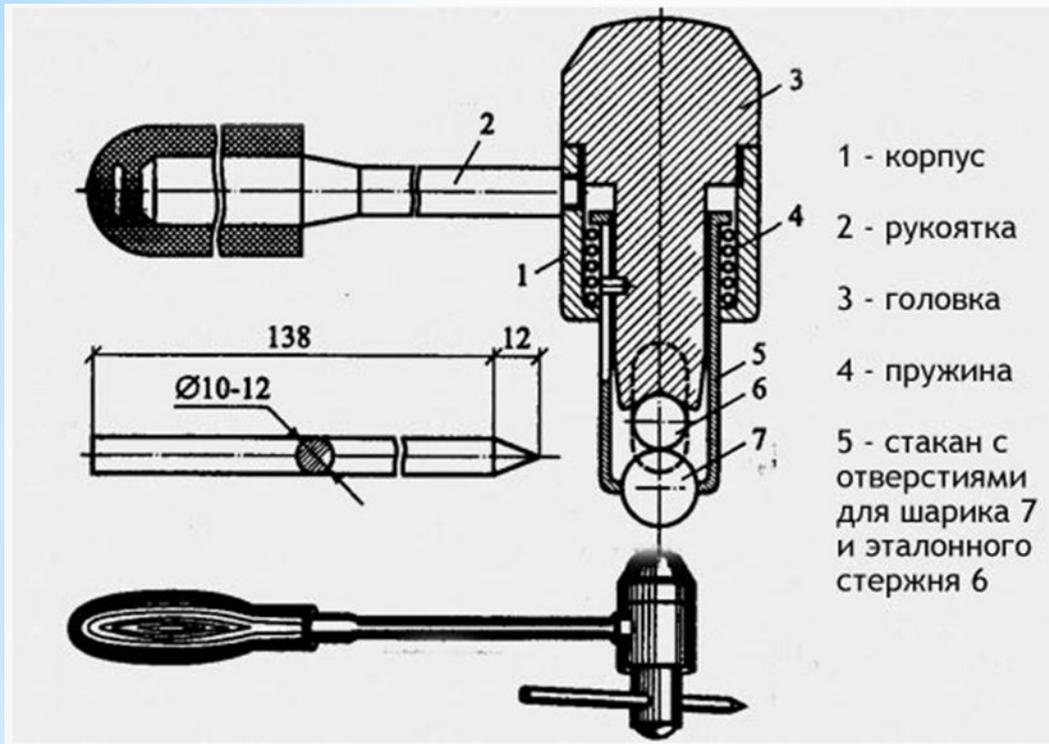
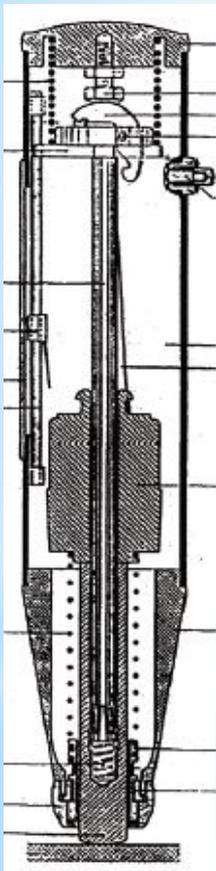


Рис.1  
Конструкция и вид молотка Н. П. Кашкарова



# Склерометр Schmidt Hammer 225



Ориентировочная зависимость прочности бетона на сжатие  $R$  от величины упругого отскока  $H$



# Склерометр Schmidt Hammer 225

Склерометр Schmidt Hammer 225 предназначен для определения прочности бетона в бетонных и железобетонных конструкциях и изделиях методом упругого отскока по ГОСТ 22690.

Принцип действия склерометра основан на ударе с нормированной энергией бойка о поверхность бетона и измерении высоты его отскока (Н) в условных единицах шкалы прибора, являющейся косвенной характеристикой прочности бетона на сжатие.

Прочность бетона определяют по градуировочным зависимостям между высотой отскока и прочностью бетона на сжатие заранее установленным путем параллельных испытаний контрольных кубов бетона склерометром и в прессе по ГОСТ 10180.

# Лабораторные испытания образцов материалов (кернов)

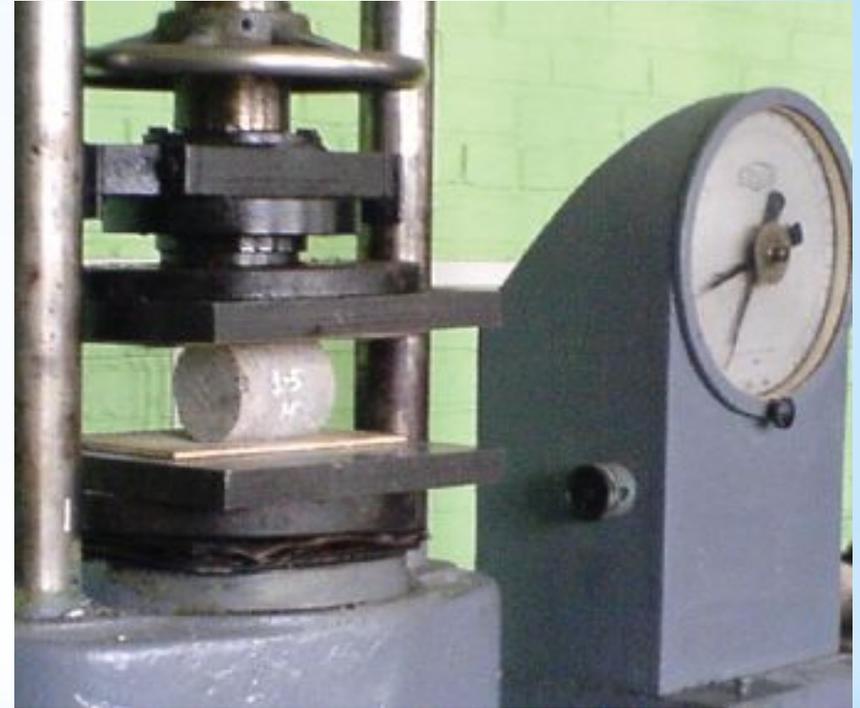
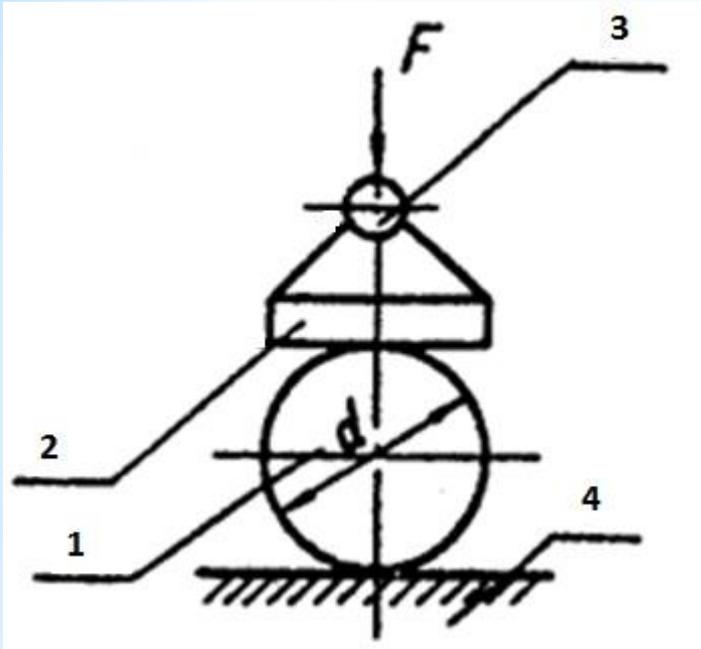
Лабораторные испытания образцов материалов (кернов), отобранных из покрытия, позволяют получить фактические значения прочности материалов, определить их морозостойкость, плотность, различные физические характеристики.

Путем отбора кернов также устанавливаются фактические толщины слоев покрытия и искусственного основания, положение и диаметр арматуры. Установление фактических толщин слоев покрытия и искусственного основания необходимо для определения и оценки несущей способности покрытия, оценки его напряженно-деформированного состояния и остаточного ресурса.

# Отбор кернов из покрытия



# Испытание кернов на гидравлическом прессе ПСУ-50



- 1 - образец;
- 2 - нагрузочное устройство (плита);
- 3 - шаровой шарнир;
- 4 - нижняя опорная плита пресса

# Испытания покрытий элементов летного поля пробной нагрузкой

Испытания покрытий элементов летного поля пробной нагрузкой проводятся с целью определения фактической прочности обследуемых покрытий в совокупности с основанием.

Испытания покрытий производятся их нагружением через жесткий металлический штамп круглой формы или путем накатки на испытываемые участки основной опоры расчетного воздушного судна.

Штамповые испытания покрытий производятся в соответствии с методикой, изложенной в ГОСТ 20276-99. При этом в состав испытательного оборудования входят собственно штамп, гидравлический домкрат с манометром для контроля нагрузки и нагружающее устройство. Штамп площадью 2500 - 3000 см<sup>2</sup> должен иметь плоскую подошву с упругой прокладкой для обеспечения плотного прилегания к поверхности покрытия. Гидравлический домкрат должен обеспечивать передачу на штамп нагрузки не менее 200 - 250 кН с поддержанием ее значения на ступени испытания в пределах погрешности манометра (не более 5 %).

Нагружающее устройство должно иметь соответствующую грузоподъемность для создания необходимой нагрузки на покрытие и конструкцию шасси, обеспечивающую невозможность передачи нагрузки на покрытие в пределах предполагаемой чаши прогибов помимо штампа (удаление ближайшей опоры устройства от оси штампа должно составлять не менее 5 диаметров штампа). В состав испытательного оборудования должно входить также устройство для центрирования нагрузки на штамп. Максимальная нагрузка в процессе испытаний не должна превышать предельно допустимой величины для данной конструкции покрытия, рассчитанной согласно СП 121.13330.2012.

При отсутствии устройства, способного обеспечить необходимый уровень нагрузки на покрытие, испытания производятся самолетом расчетного типа путем накатки его основной опоры на испытываемые участки.

В том и другом случае в процессе испытаний измеряются вертикальные деформации поверхности покрытия (чаша прогибов) с использованием средств геометрического нивелирования либо измерительных балок и ферм (прогибомеров).

Для нивелирования используются прецизионные оптические нивелиры и нивелирные рейки со шкалой из материалов, имеющих низкий коэффициент температурного расширения. При измерении деформаций покрытия нивелир должен находиться за пределами чаши прогибов. Погрешность измерений не должна превышать  $\pm 0,2$  мм.

Прогибомеры в виде измерительных балок и ферм представляют собой жесткие конструкции значительной протяженности, как правило, консольного типа с вылетом консоли не менее половины диаметра предполагаемой чаши прогибов (4 - 5 м). В консольной части оборудуются места для установки индикаторов часового типа, обеспечивающих точность измерений 0,01 мм.

При испытаниях самолетами покрытий жесткого типа могут определяться также изгибные напряжения на поверхности покрытия с использованием механических кривизномеров. Испытания заключаются в измерении кривизны покрытия под нагрузкой и без нее с последующим переходом при помощи расчетных формул к изгибным напряжениям в бетоне. Данные измерения проводятся одновременно с измерениями вертикальных деформаций или вместо них, если испытания проводятся в перерывах между полетами при жестком ограничении во времени.

Во всех случаях места проведения испытаний должны:

- не иметь видимых повреждений поверхности покрытия (трещин, эрозии поверхности и т.п.) в пределах предполагаемой чаши прогибов;
- находиться в зонах приложения нагрузок от основных опор воздушных судов расчетного типа (для взлетно-посадочных полос и рулежных дорожек - участки покрытий вдоль осей ВПП и РД, подвергающиеся воздействию основных опор, для мест стоянки - точки нахождения основных опор при штатном положении самолета на стоянке).

Количество мест проведения испытаний на элементах летного поля должно назначаться из условия обеспечения достоверности получаемых результатов, при этом следует учитывать наличие участков с различными конструктивными решениями покрытия. Для рулежных дорожек, как и для мест стоянки, минимальное количество мест испытаний должно составлять не менее 3 в случае однотипного покрытия по всем элементам данного вида. Для ВПП - не менее 3 на среднем участке длиной  $L_{\text{ВПП}}/2$  и не менее 3 на каждом из концевых участков длиной  $L_{\text{ВПП}}/4$ .

# Мониторинг повреждений

Длительное наблюдение за развитием выявленных в ходе обследования повреждений и дефектов осуществляется:

- на аэродромах со сложными инженерно-геологическими условиями (основания на вечномёрзлых, проселочных, набухающих, пучинистых грунтах), на которых вследствие ошибок проектирования, строительства, нарушения правил эксплуатации произошли изменения состояния основания, вызвавшие в свою очередь появление различных повреждений покрытия;
- на аэродромах с дефектами и повреждениями покрытий, вызванными развитием в покрытиях значительных горизонтальных усилий под воздействием высоких температур.

Проведение длительных наблюдений в указанных случаях вызывается необходимостью установления причин деформаций основания, темпов нарастания деформаций основания или горизонтальных деформаций покрытия, выработкой адекватных решений по стабилизации деформаций и устранению повреждений покрытий.

Наблюдения за деформациями основания могут включать периодические измерения высотных отметок покрытия, отборы проб грунта с различной глубины в целях последующего лабораторного анализа, измерения температур в толще основания и глубин сезонного промерзания-оттаивания подстилающих грунтов, контроль за уровнем грунтовых вод и т.д.

Наблюдения за горизонтальными подвижками покрытий могут включать инструментальный мониторинг схождения-расхождения деформационных швов и смещения плит с использованием специальных марок и одновременной регистрацией суточного хода температур воздуха и покрытий, периодическая дефектовка покрытий с составлением дефектовочных планов и оценкой изменения количества повреждений, вызванных температурными напряжениями, высотная съемка участков покрытий.