

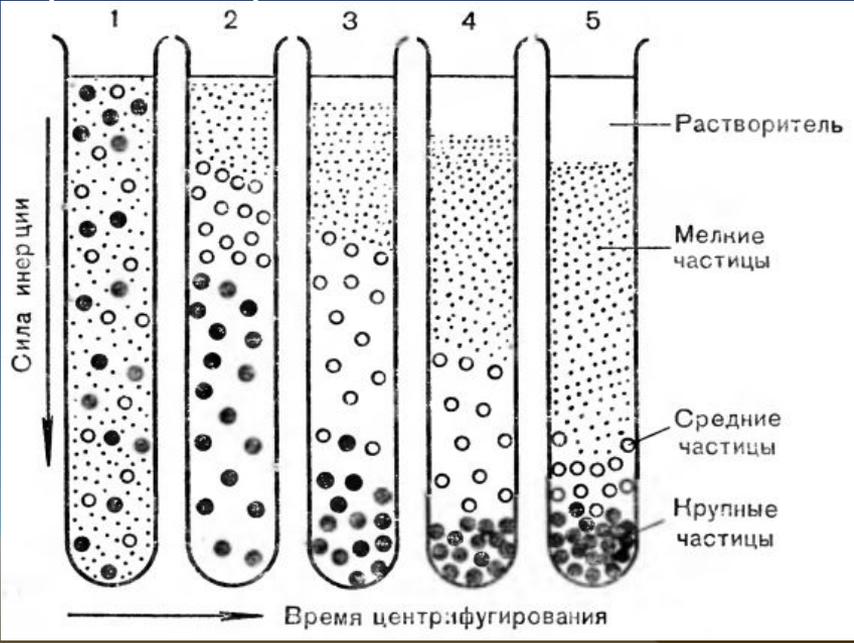


# Центрифугирование в ПОЧВОВЕДЕНИИ



Выполнили: Зубова Н.А.  
Капарулина О.М.

- **Центрифугирование** — разделение неоднородных систем (напр., жидкость — твердые частицы) на фракции по плотности при помощи центробежных сил. Центрифугирование осуществляется в аппаратах, называемых центрифугами. Центрифугирование применяется для отделения осадка от раствора, для отделения загрязненных жидкостей, производится также центрифугирование эмульсий (напр., сепарирование молока). Центрифугирование бетона применяется для увеличения его прочности. Для исследования высокомолекулярных веществ, биологических систем применяют ультрацентрифуги.
- Центрифугирование используют в химической, атомной, пищевой, нефтяной промышленности.



## методом центрифугирования

- В методе центрифугирования удаление влаги из образца почвы происходит под действием центробежной силы. Развиваемое при этом давление на жидкую фазу можно определить по следующей формуле:

$$P = \frac{\rho_{ж}\omega^2}{2}(R_2^2 - R_1^2), \quad (\text{VII.52})$$

где  $\omega$  – угловая скорость вращения,  $R_{1,2}$  – расстояния от оси вращения до начала образца и до свободной поверхности удаляемой жидкости соответственно;  $\rho_{ж}$  – плотность жидкости.

- Приведенное уравнение получается следующим образом. Давление, оказываемое на влагу в центрифугируемом образце, есть отношение силы ( $F$ ), действующей на жидкость, к площади ее поперечного сечения ( $S$ ):  $P = F/S$ . Учитывая, что сила есть масса воды в образце ( $m_{ж}$ ), умноженная на центробежное ускорение ( $a$ ), а площадь воды в цилиндрическом образце равна ее объему ( $V_{ж}$ ), деленному на высоту ( $h$ ), имеем  $P = m_{ж} ah/V_{ж}$ .

Поскольку  $a = \omega^2 R$  ( $R$  – радиус вращения от оси до центра масс образца), а  $m_{ж}/V_{ж} = \rho_{ж}$ , получаем:

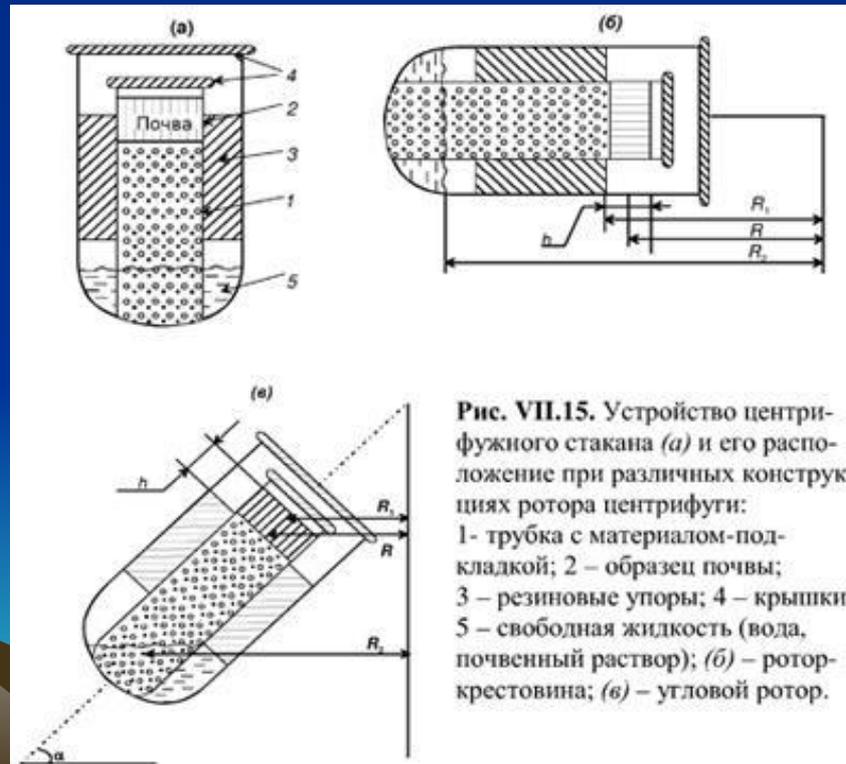
$$P = \rho_{ж} \omega^2 R h. \quad (\text{VII.53})$$

Принимая во внимание изменение радиуса с высотой образца, находим:

$$P = \int_{R_1}^{R_2} P dh = \int_{R_1}^{R_2} \rho_{ж} \omega^2 R dh = \frac{\rho_{ж}\omega^2}{2}(R_2^2 - R_1^2) \quad (\text{VII.54})$$

что и соответствует формуле (VII.52).

- Схема оборудования для реализации метода центрифугирования на базе серийной отечественной центрифуги типа ЦЛС-3. Центрифуга снабжена двумя сменными роторами (угловым и крестовиной) и набором центрифужных пробирок (стаканчиков), выполненных из пластмассы или прочного металла. По центру стаканчика необходимо установить трубку на резиновых упорах и заполнить ее на  $2/3$  жестким пористым материалом (керамзит, пемза, мел, каолинит, дерево, бумага).  
 Образец почвы в кольце или бюксе с перфорированным дном размерами чуть меньше внутреннего диаметра трубки помещают на поверхность этого материала. Затем верхнюю часть трубки и центрифужный стаканчик закрывают притертыми крышками во избежание доступа воздуха и сушки образца при высоких скоростях вращения. Между крышкой и почвой можно поместить аппликатор из легкого материала (пенопласта), чтобы образец сохранял свою форму и не «размывался» по стенкам при центрифугировании в наклонном положении.



**Рис. VII.15.** Устройство центрифужного стакана (а) и его расположение при различных конструкциях ротора центрифуги: 1 — трубка с материалом-подкладкой; 2 — образец почвы; 3 — резиновые упоры; 4 — крышки; 5 — свободная жидкость (вода, почвенный раствор); (б) — ротор-крестовина; (в) — угловой ротор.

- Полезно производить несколько последовательных измерений убыли массы образца при центрифугировании с заданной скоростью, что позволяет определить истинную равновесную влажность и функцию влагопроводности почвы. Общее число анализируемых одновременно образцов соответствует емкости ротора и не превышает восьми, однако в принципе его можно увеличить, устанавливая в центрифужный стаканчик не одну, а несколько трубок-влагоприемников для образцов меньших размеров. Такой вариант микрометода центрифугирования описан в работе. Время, необходимое для достижения равновесной влажности в образце, зависит от его гранулометрического состава, влагопроводности, энергии вододерживания и, соответственно, скорости вращения центрифуги. Основное количество (80-90%) влаги удаляется достаточно быстро (от 15-30 мин до нескольких часов), однако для достижения полного равновесия может потребоваться существенно большее время (до 1-2 сут), в связи с чем рекомендуется использовать расчетный метод определения истинной равновесной влажности с помощью простой кинетической модели, предлагаемой ниже.



- Целесообразно несколько раз взвесить образец в процессе центрифугирования, чтобы получить данные о кинетике дренирования образца ( $W(t)$ ), по которым корректируется равновесная влажность ( $W_p$ ) и определяется ненасыщенная гидравлическая проводимость почвы (Смагин и др., 1998, 1999). По окончании опыта с данной скоростью вращения (достижении равновесия поля центрифуги с силами, удерживающими влагу в почве) измеряется масса ( $m_i$ ) и высота образца ( $h_i$ ). После этого приступают к следующему этапу центрифугирования, например, при  $n=200$  об/мин. и так далее, вплоть до максимальных величин  $n=6000$  об/мин.



Спасибо за внимание!

