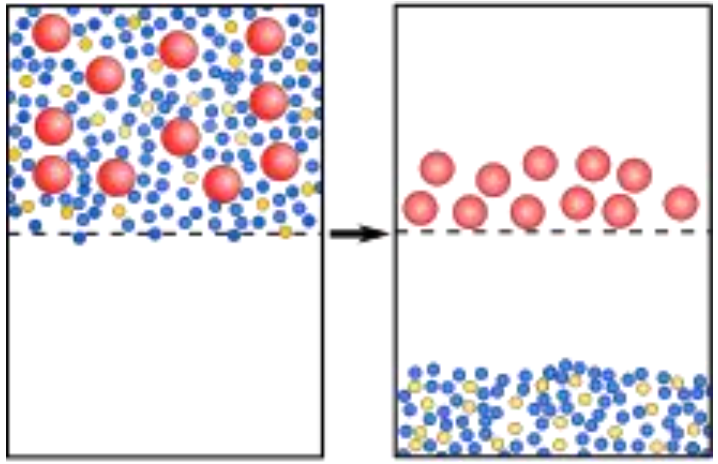
Описание фильтрации в рамках механики сплошных сред

Фильтрация

- Фильтрацией называется движение (просачивание) жидкостей и газов через пористые среды под действием каких-либо факторов). Фильтрационные процессы широко распространены и встречаются как в повседневной жизни (движение табачного дыма в сигарете, очистка водопроводной воды в бытовом фильтре, смачивание губки для мытья посуды), так и в явлениях, влияющих на благосостояние целых государств (передвижение нефти и природного газа в подземных пластах, миграция влаги в плодородных почвах, работа технологических устройств химических предприятий).



Описание фильтрации в рамках МСС

- Как правило, внутренняя поверхность порового пространства имеет случайную структуру и не бывает точно известна, поэтому прямое описание движения жидкости во всех подробностях оказывается невозможным. Но и даже если бы мы каким-либо образом полностью узнали внутреннюю геометрию пор, то и в этом случае практическое нахождение параметров течения в порах на основе уравнений гидродинамики все равно было бы возможным лишь в небольшом числе частных случаев (например, для искусственно созданной периодической среды)

- К счастью, однако, в большинстве приложений характерные линейные размеры рассматриваемых фильтрационных задач много больше характерного размера пор, а при практическом изучении фильтрационных явлений обычно интересуются осредненными характеристиками течения. Это позволяет при описании крупномасштабных явлений рассматривать пористый материал как сплошную среду, характеристики которой (плотность и давление жидкости в порах и др.) в каждой точке получаются в результате осреднения по некоторой окрестности, содержащей достаточно большое число пор).

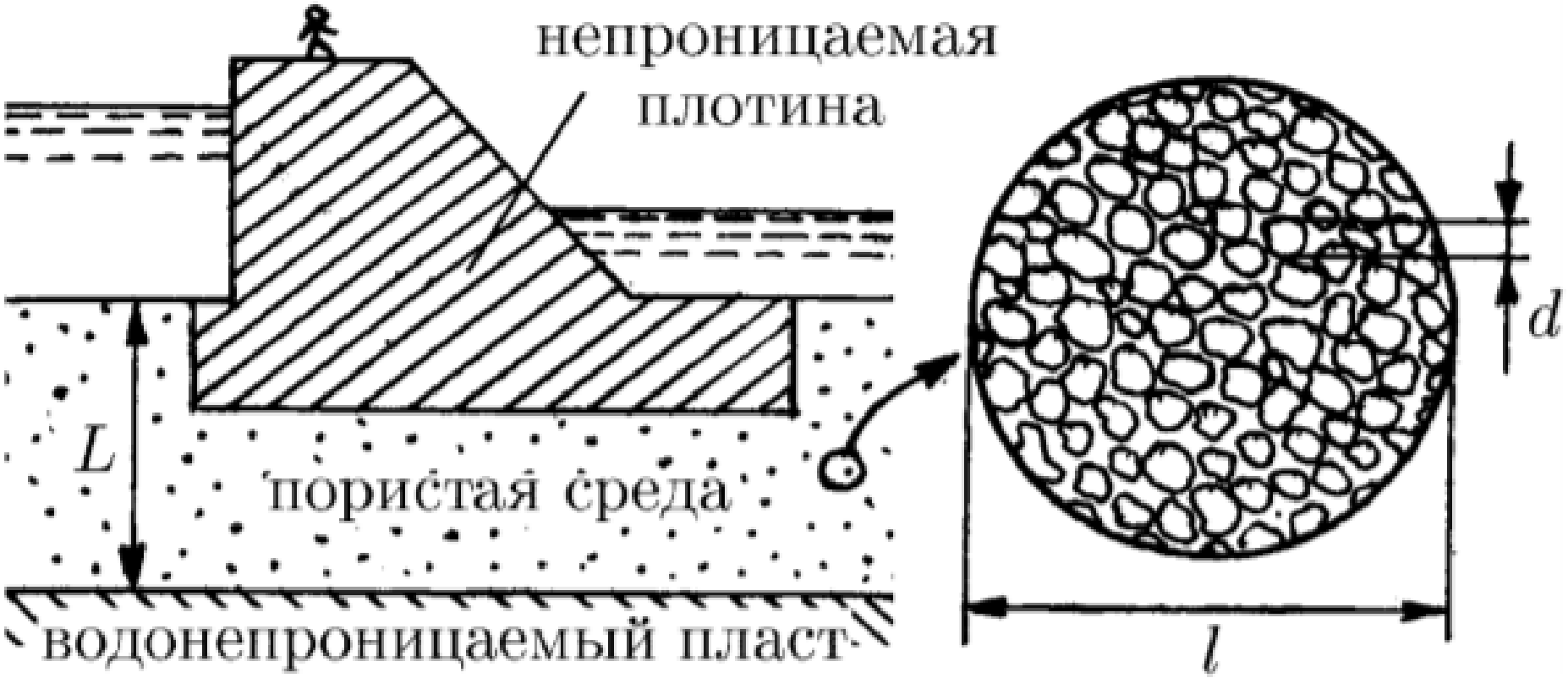

непроницаемая
плотина
L
пористая среда
водонепроницаемый пласт
d
l

Рис. 1.

- Например, при просачивании воды через пористый пласт под непроницаемой бетонной плотиной (рис. 1) характерный размер пор d (доли миллиметра) много меньше характерного размера пористого пласта L (десятки метров), поэтому мы можем перейти от описания течения на микроуровне (течение внутри конкретной поры) к описанию на макроуровне, считая, что, например, среднее давление p жидкости в порах (в некотором месте внутри пласта в какой-то момент времени) получается осреднением давления в поровом пространстве внутри достаточно малого объема, размеры l которого будут, с одной стороны, много меньше L и, с другой стороны, много больше d (скажем, порядка десятков сантиметров):

$$d \ll l \ll L.$$

- При этом, естественно, рассматриваемая величина (в нашем примере давление) будет, вообще говоря, некоторой функцией от координат и времени:

$$p = p(x, y, z, t).$$

- Презентацию подготовил студент первого курса магистратуры по специальности «Механика и энергетика»:
- Молдагалиев Алибек Талгатович
- 05.04.2020