

**К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО
КАРТИРОВАНИЯ В РАЙОНАХ РАЗВИТИЯ ЛЕССОВЫХ ПОРОД**

Г. А. СУЛАКШИНА, Л. А. РОЖДЕСТВЕНСКАЯ

(Представлена научным семинаром кафедры гидрогеологии и инженерной геологии)

Многочисленные районы юга Западно-Сибирской низменности являются областями развития лессовых пород. Промышленное освоение этих районов выдвигает задачу своевременной подготовки инженерно-геологических карт, необходимых для планирования и проектирования строительства и учитывающих специфические особенности лессовых пород.

Опыт разработки методики составления инженерно-геологических карт для ряда районов Томской области, а также анализ имеющихся материалов ранее проведенных геологических съемок позволили наметить основные вопросы, разрешение которых необходимо для решения поставленной задачи. Из числа вопросов, касающихся принципиальных положений инженерно-геологического картирования вообще, в первую очередь следует отметить вопрос о необходимости комплексного проведения всех съемочных работ с составлением наряду с общепринятыми геологическими картами и инженерно-геологических карт.

Этот вопрос, поднятый в литературе профессором Н. В. Коломенским, для районов Западной Сибири имеет особенно большое значение. Повсеместно существующая практика проведения съемочных работ, при которой геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические съемки проводятся на одной и той же территории последовательно, приводит к неоправданному дублированию работ и удлинению сроков. Так, например, в пределах Томской области с 1956 по 1959 год были проведены геологические съемки средних масштабов. В 1959—62 годах в пределах этих же районов проводятся среднемасштабные инженерно-геологические съемки. Имеющиеся материалы ранее проведенных геологических съемок в ряде случаев не позволили дать даже самой общей инженерно-геологической характеристики рыхлых четвертичных пород, широко развитых в Западной Сибири повсеместно являющихся несущими грунтами. Геологическая документация их, особенно покровных отложений—с инженерно-геологической точки зрения, как правило, проводится весьма схематично. Вместе с тем, го материалам геологических съемок, безусловно, можно было бы провести разделение горных пород, в том числе и рыхлых, развитых в зоне влияния сооружений, по меньшей мере до петрографических типов в понимании профессора И. В. Попова. В связи с этим, безусловно, правильно ставить вопрос о разработке единой методики комплексной

геолого-инженерно-геологической съемки. С нашей точки зрения уже сейчас в рабочем порядке следует включать в геологическую документацию при геологических съемках обязательный комплекс простейших инженерно-геологических наблюдений с определением минимума классификационных показателей физико-технических свойств пород.

Особенности методики составления среднemasштабных инженерно-геологической карты для районов развития лессовых пород, а также макет карты были разработаны в соответствии со следующими принципиальными положениями: карта должна отражать особенности проектируемого строительства; на карте должны быть показаны факторы, определяющие условия возведения конкретных сооружений с учетом специфических особенностей лессовых пород при минимальной нагрузке карты и минимальном количестве карт. При исследованиях в связи с гражданским и промышленным строительством на лессовых породах на карте следовало отразить все факторы, определяющие условия сооружений, выбор основания, конструкцию фундаментов и методы строительства, с детальностью, соответствующей масштабу карты.

При анализе материалов, полученных в процессе инженерно-геологической съемки, оказалось, что важнейшими факторами, определяющими условия строительства, в нашем случае являются:

- а) геоморфология и рельеф;
- б) состав и свойства лессовых отложений, повсеместно залегающих в основаниях сооружений;
- в) условия залегания первого от поверхности водоносного горизонта. Физико-геологические явления благодаря их слабому распространению в нашем случае имеют меньшее значение.

В геоморфологическом отношении район оказался достаточно простым — представленным озерно-аллювиальной равниной Томь-Чулымского междуречья и террасами р. Томи и Чулыма. Условия залегания первого от поверхности водоносного горизонта определялись особенностями рельефа и хорошо увязывались с геоморфологическим строением района. Таким образом, оба отмеченных фактора оказались возможным достаточно просто изобразить на карте, совместив их с картой инженерно-геологического районирования, составленной в основном по методике И. В. Попова. Больше внимание пришлось уделить изображению на карте состава и свойств пород несущей толщи. Это было связано со своеобразием развитых в наших районах лессовых пород и с перспективами развития в Сибири крупнопанельного строительства, особенно чувствительного к неравномерным осадкам и просадкам. В таких условиях основой для составления планов размещения крупнопанельных зданий должны были явиться инженерно-геологические карты с выделением участков развития лессовых пород, различных по степени их просадочности (И. М. Литвинов, 1961 г.).

В соответствии с целевым назначением карты — для нужд гражданского и промышленного строительства, а также принимая во внимание обычную для Томской области глубину заложения фундаментов 2,5—4,0 м, при которой зона влияния сооружений на породы (несущая зона) составляет 10—12 м, на карте следовало отразить все особенности состава и свойств пород в пределах всей этой зоны.

Нередко применяемые в практике инженерно-геологического картирования карты четвертичных отложений в комбинации с картами среза на глубине заложения фундаментов с нашей точки зрения не могли удовлетворительно решить этого вопроса, так как глубина среза даже в условиях одного типа строительства является величиной неопределенной или во всяком случае переменной. Это подтверждается проведенным анализом использования проектными и строительными орга-

низациями г. Томска составленных в 1957 году инженерно-геологических карт среза на глубине 2,5 и 4,0 м. Оказалось, что при решении ряда вопросов, в частности, при проведении трамвайных линий и тепло-трасс и в других случаях, эти карты не могли быть использованы. Тем более, это должно быть справедливо для карт мелких масштабов.

В современной литературе имеются отдельные рекомендации по этому вопросу (3, 4, 5). Так, на инженерно-геологических картах для целей орошения И. В. Попов рекомендует указывать состав пород верхнего горизонта штриховкой, а подстилающие породы характеризовать в отдельных точках карты условной безмасштабной колонкой. Давая общее представление о разрезе несущей толщи, этот способ не позволяет судить об изменении мощности, что в районах развития просадочных пород необходимо для подсчета общей величины просадки. На картах А. А. Смирнова и В. Л. Солоненко, наряду со штриховкой, показывающей состав поверхностных пород, в цифрах или индексах дается состав подстилающей толщи, однако, расшифровка цифр и индексов требует весьма громоздких и потому мало удобных для практического использования таблиц.

С учетом высказанных соображений на предлагаемой инженерно-геологической карте штриховкой выделяются участки с однородным строением несущей толщи, детальная характеристика которых с указанием возраста, состава и мощности пород дается в легенде карты. Цветом по общепринятой геологической легенде на карте указывается возраст пород. Это сближает инженерно-геологическую карту с картой четвертичных отложений и, возможно, позволит в дальнейшем составлять одну карту, объединяющую и геологическую, и инженерно-геологическую карты. Выборочно цифрами в виде дроби у скважин по линиям разрезов указаны мощности основных горизонтов. Это позволяет судить о разрезе несущей толщи в каждой конкретной точке с достаточной детальностью и, кроме того, дает возможность при необходимости подсчитать общую величину просадки.

Во многих районах Томской области в разрезе несущей толщи широко развиты лессовые породы, среди которых четко выделяются два разновозрастных горизонта, разделенные погребенной почвой:

1. Верхний горизонт (Q_3) — верхнечетвертичные палевые лессовидные тяжелые суглинки и глины со всеми характерными признаками лессовых пород. Мощность от 0,0 до 13 м.

2. Нижний горизонт (Q_{2-3}) — средневерхнечетвертичные серые и серовато-бурые песчанистые, плотные лессовидные, тяжелые и средние суглинки. Мощность — 5,0—10,0 м.

Подстилаются лессовидные отложения мощной суглинисто-глинистой толщей средне- и нижнечетвертичного возраста. По макроскопическому облику, минералогическому и химическому составу, структурным особенностям выделенные выше стратиграфические горизонты оказались достаточно четко обособленными. Это давало основание предполагать наличие существенных различий и в их физико-технических свойствах. В частности, склонность к дополнительным осадкам при замачивании под нагрузками, обнаружили только лессовые породы верхнего лессового горизонта. Учитывая, что прямые определения просадочности в соответствии с масштабом исследований производились лишь в отдельных точках, особенно важно было выявить простейшие признаки и показатели, которые с наименьшими затратами усилий и с достаточной степенью достоверности позволили бы выделять на картах участки различной степени просадочности. С этой целью был проведен анализ зависимости между коэффициентом относительной просадочности, с одной стороны, и гранулометрическим, минералогиче-

ским составом, набухаемостью, размокаемостью, показателями пористости, влажности, пластичности — с другой. Наиболее четкая связь наметилась при выявлении одновременной зависимости между коэффициентом относительной просадочности, пористостью и степенью влажности или влажностью пород. Склонными к просадкам оказались только недеградированные лессовые породы верхнего горизонта при высокой пористости (ε более 0,8) и низкой степени влажности (G менее 0,7).

Определение этих показателей по монолитам из скважин позволило оконтурить на карте в пределах площадей развития верхнего лессового горизонта участки пород, склонных к просадкам. Контрольные определения просадочности по монолитам из шурфов подтвердили проведенное выделение. Для того, чтобы подсчет общей величины просадки мог быть произведен в любой точке карты, возле шурфов, из которых производилось определение просадочности, в цифрах показана величина коэффициента относительной просадочности.

В соответствии с требованиями СНИП 1962 г. резко повышается роль прямых расчетных показателей сжимаемости и сопротивления сдвигу пород при расчете устойчивости сооружений. Для выделения на карте инженерно-геологических видов пород и по этим показателям, а также для того, чтобы, не загромождая карту большим цифровым материалом, все же дать проектировщикам необходимые для данного масштаба расчетные материалы, была проанализирована зависимость показателей сопротивления сдвигу и сжимаемости каждого стратиграфического горизонта от всех простейших косвенных показателей и графики рассеяния по глубине и площади — для последних.

Проведенный анализ показал, что однородный по гранулометрическому составу, пластичности верхний лессовый горизонт оказался неоднородным по пористости и влажности. Последнее четко увязывалось с рельефом, микрорельефом и глубиной залегания верховодки и первого водоносного горизонта. Наметившиеся по просадочности, как было сказано выше, два инженерно-геологических вида пород оказались разными и по способности набухать и в меньшей степени по сжимаемости: при коэффициенте пористости более 0,8 и степени влажности менее 0,7 величина набухания пород верхнего лессового горизонта, как правило, более 5%. При ε меньше 0,7 и G более 0,8 величина набухания не превышает 1—3%.

Оконтуренные на карте таким образом участки верхнечетвертичных лессовых пород с ε более 0,8 и φ менее 0,7 оказались приуроченными к наиболее высоким частям водоразделов с глубиной залегания грунтовых вод свыше 10,0 м. Четкой зависимости показателей сопротивления сдвигу от этих же косвенных показателей не наметилось. Соответственно обобщенные и расчетные значения прямых показателей были установлены методами математической статистики в целом для каждого стратиграфического горизонта.

Составленная таким образом карта является достаточно простой и наглядной и в то же время освещает все особенности состава и свойств пород, необходимые проектировщикам. В сочетании с картой инженерно-геологического районирования, составленной в основном по методике И. В. Попова, она дает полную характеристику всех условий гражданского и промышленного строительства на лессовых породах.

Таким образом, в случае инженерно-геологических исследований в связи с гражданским и промышленным строительством в условиях Западной Сибири можно обойтись двумя инженерно-геологическими картами — картой инженерно-геологического районирования и картой, детализирующей важнейшие в данных конкретных условиях факторы, определяющие условия строительства. В наших условиях это оказа-

лась карта, характеризующая состав и свойства пород. В других более сложных условиях содержания этой карты, безусловно, может быть изменено в соответствии с конкретной обстановкой и требованиями строительства.

Такие карты могут составляться уже сейчас для всех крупных городов Сибири даже без проведения специальных съемок, а только лишь с использованием имеющихся материалов разрозненных инженерно-геологических исследований. Опыт составления такой карты для г. Томска показал, что в таком виде карта наиболее удобна для практического использования и является хорошей основой для разработки местных норм проектирования в дополнение к общесоюзным нормам.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Дубровкин, Е. Г. Чаповский. Вопросы методики составления инженерно-геологических карт. Изв. вузов, № 10, 1959.
 2. И. М. Литвинов. Строительство крупнопанельных зданий на просадочных грунтах и над горными выработками. Строительство и архитектура, № 11, 1961.
 3. И. В. Попов. Инженерно-геологические карты для целей орошения. Разведка недр, № 2, 1953.
 4. А. А. Смирнов. Карты инженерно-геологических условий и карты инженерно-геологических районов. Сов. геология, № 2, 1939.
 5. В. Н. Солоненко. К методике составления инженерно-геологических карт. Труды ВСФ АН СССР, вып. 10, 1959.
-