

УДК 622.504; 622.882; 622.142

А.В. Корчак, С.А. Мельникова, А.В. Томилин, Е.И. Шубик
АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ
ПОДГОТОВКИ МАССИВА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ В СЛОЖНЫХ ГОРНО-
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ Г. МОСКВЫ

Представлен анализ инженерно-технологических решений при строительстве подземных сооружений в сложных горно-геологических условиях г. Москвы. Представлена методология выбора способов воздействия на массив в зависимости от регламентирующих признаков подземного сооружения и дана систематизация методов подготовки массива и способов воздействия на массив.

Ключевые слова: подземное строительство, сложные горно-геологические условия, способы и методы подготовки массива.

Иntenсивное развитие мегаполиса Москвы связано с возрастанием роли подземного строительства, поэтому, среди прочих, актуальной становится задача разработки экспертной системы, позволяющей прогнозировать выбор технологии подготовки массива в зависимости от горно-геологических условий строительства.

Целью данной работы является исследование существующих технологий подготовки массива для определения области применения каждой из них.

Анализ опыта строительства подземных объектов показал, что, несмотря на многообразие типов, для всех характерно наличие основных регламентирующих признаков (функциональное назначение сооружения; глубина заложения; объемно-планировочные решения; условия строительства; параметры обделки; срок службы; ремонтпригодность; увязка с наземной и подземной инфраструктурой).

Важно подчеркнуть, что если функциональное назначение конкрет-

ного объекта, его конфигурация, месторасположение и глубина заложения, как правило, определяются социально-функциональными и градостроительными соображениями, то возможность собственно строительства зависит от состояния породного массива, в котором он будет располагаться, то есть от горно-геологических условий.

Таким образом, основополагающее значение для строительства подземных объектов имеет структура породного массива, а надежную работу подземного объекта гарантирует выбор оптимальных инженерно-технических решений, найденных для каждого основного признака с учетом взаимосвязей, как между ними, так и с породным массивом.

Проектирование подземных сооружений базируется на анализе многочисленных факторов, влияющих на процесс строительства и на эксплуатацию подземного объекта. Определяющим является горно-геологические условия строительства.

Широко используемый в горно-технической литературе термин «сложные горно-геологические условия» трактуется как условия, при которых:

- затруднена или полностью исключается возможность проведения выработок обычными способами без привлечения специальных технических приемов (спецспособов для подготовки массива);

- применение традиционных конструкций крепей не обеспечивает (частично или полностью) нормальное эксплуатационное состояние.

При определении типа сложных горно-геологических условий необходимо учитывать характерные особенности породного массива, которые вызывают специфические технологические проблемы при строительстве подземного сооружения [1].

Исходя из типа сложных горно-геологических условий, выбираются конкурентоспособные способы воздействия на массив и технологии строительства подземных сооружений, обеспечивающие экономические и технические преимущества, а также безопасность и комфортность условий труда [2—4].

В условиях г. Москвы преобладающим фактором являются сложные гидрогеологические условия.

Под сложными гидрогеологическими условиями следует понимать такие условия, при которых обводненность породных массивов исключает возможность строительства подземных сооружений обычными способами [1].

Как правило, водонасыщенные породы представлены либо слабосвязанными песчано-глинистыми породами различного гранулометрического состава, которые под воздействием

гидростатического напора приобретают свойства текучести, либо устойчивыми трещиноватыми весьма водообильными породами (песчаниками, известняками, мергелями). Так, на более 40 % территории г. Москвы уровень залегания грунтовых вод составляет менее 3 метров, причем в большинстве случаев — это техногенные воды, агрессивные к бетонам и металлоконструкциям.

При таких сложных гидрогеологических условиях невозможно строительство подземных объектов обычными способами.

Методология выбора технологии подготовки массива в сложных гидрогеологических условиях в зависимости от регламентирующих признаков подземного сооружения представлена на рисунке.

Существуют два направления (метода) борьбы с обводненностью участков, предназначенных для строительства подземных сооружений.

В основе первого направления лежит изменение физико-механических свойств массива, которое может быть временным, когда упрочнение массива ограничивается определенным сроком (например, периодом строительства), или длительным (в идеале — на весь срок службы сооружения).

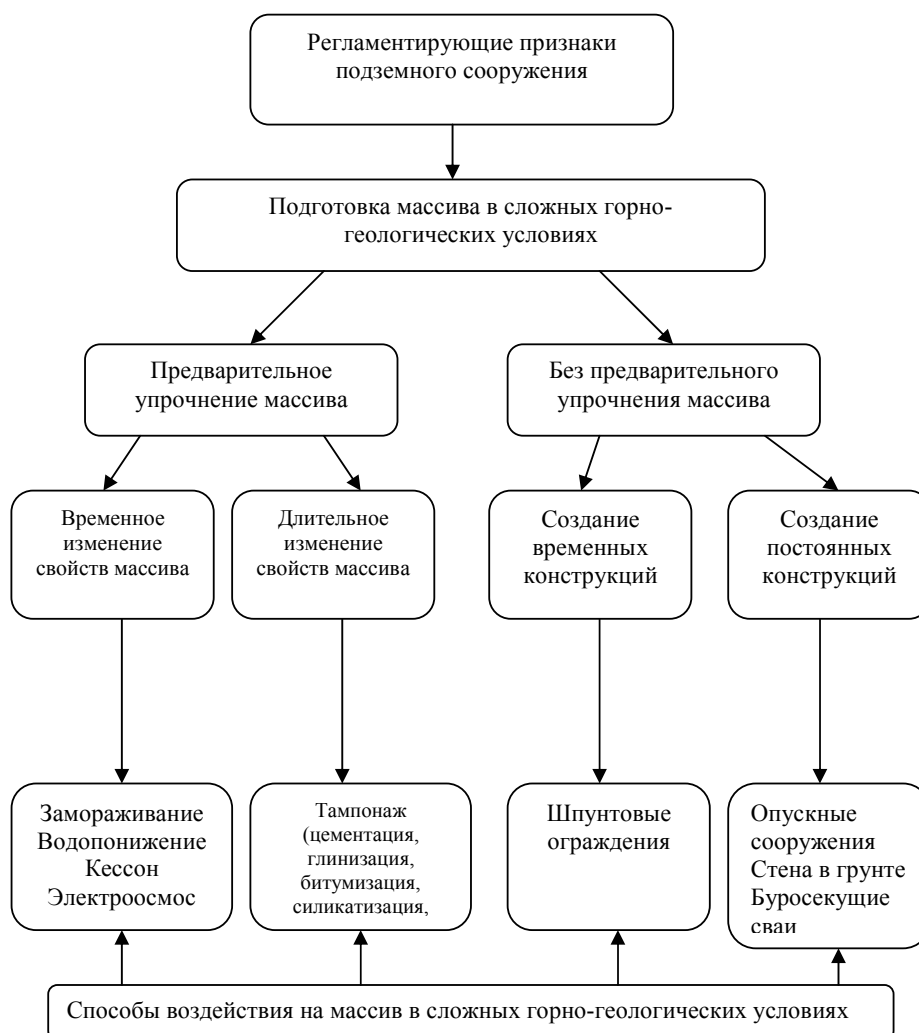
Второе направление не предусматривает изменение физико-механических свойств массива, а основано на создании противодиффузионных строительных конструкций, которые могут быть временными (на период строительства) или постоянными (в идеале — на весь срок службы сооружения).

Для достижения этих целей существуют различные технологические приемы (спецспособы).

Таблица

Систематизация методов подготовки массива и способов воздействия на массив

Способ	Условие применения	Характер воздействия на породы	Область применения
Забивная крепь	Водоносные грунты с наличием в подошве глинистого основания мощностью не менее 2 м при мощности водоносного пласта до 2,5 м	Механическое воздействие без изменения свойств пород	Проходка шахтных стволов, котлованов, шурфов, траншей
Опускание сооружения в тиксотропной рубашке «Стена в грунте»	Неустойчивые водоносные грунты, глубина погружения 20-25 м	- « -	Проходка шахтных стволов
Ограждение свай	Водоносные грунты, стесненные условия городской застройки	-» -	Возведение стен подземных сооружений открытым способом
Искусственное понижение грунтовых вод	Водоносные грунты	- » -	То же
	Неустойчивые водоносные грунты; $K_{\phi} = 0,5-2$ м/сутки и более	Снижение подвижности пород на период строительства	Возведение сооружений открытым и закрытым способами, проходка шахтных стволов и траншей, снижение напора и уменьшение притока воды в выработки
Искусственное замораживание	Различные водоносные породы; $K_{\phi} \geq 0,5$ м/сутки	Упрочнение пород на период строительства	Возведение подземных сооружений подземным и открытым способами
Применение сжатого воздуха	Водоносные грунты и пльвуны; $K_{\phi} < 0,5$ м/сутки при гидростатическом напоре не более 3,9 атм	Снижение подвижности пород на период строительства	Проходка горизонтальных выработок типа тоннелей метрополитена в водоносных грунтах
Двухрастворная силикатизация	Пески, песчано-глинистые породы; $K_{\phi} = 2-80$ м/сутки	Предварительное закрепление пород	Проходка подземных выработок, водозащитные экраны
Однорастворная силикатизация	Пески, песчано-глинистые породы; $K_{\phi} = 0,05-5$ м/сутки	- « -	Создание водонепроницаемых экранов
Газовая силикатизация	Пески, $K_{\phi} = 0,5 - 50$ м/сутки	- » -	Проходка подземных выработок, котлованов
Смолизация	Песчаные, глинистые, илистые, песчано-глинистые породы; $K_{\phi} = 0,5-80$ м/сутки	Предварительное закрепление пород	Проходка подземных выработок
Цементация	Трещиноватые породы (трещины до 0,15 мм), крупнозернистые пески; $K_{\phi} = 80-500$ м/сутки	- « -	Создание водонепроницаемых экранов; возведение сооружений в водонасыщенных грунтах, тампонирувание пустот за обделкой выработок
Битумизация	Трещиноватые и кавернозные породы (трещины до 0,2 мм), гравелисто-галечниковые грунты; $K_{\phi} = 60$ м/сутки и более	- » -	Защита выработок от притока грунтовых вод, создание водонепроницаемых экранов
Глинизация	Кавернозно-трещиноватые породы со слабым притоком грунтовых вод (трещины до 0,75 мм), гравелистые грунты, крупнозернистые пески; $K_{\phi} = 80-500$ м/сутки	- » -	Проходка шахтных стволов и подземных выработок; тампонирувание трещин и пустот за обделкой выработок



Методология выбора способов воздействия на массив в зависимости от регламентирующих признаков подземного сооружения

Специальные способы воздействия на массив, которые предусматривают временное изменение физического состояния пород, включают в себя замораживание, водопонижение, кессон, электроосмос.

Тампонаж (цементация, глинизация, битумизация, силикатизация, смолизация) используется для длительного изменения физико-механических свойств массива.

Шпунтовые ограждения являются временными строительными конструкциями, создаваемыми на период строительства подземного сооружения. Постоянные строительные конструкции — это опускные сооружения, «стена в грунте», буресекущие сваи.

В таблице систематизированы методы подготовки массива и способы воздействия на массив и приведены

условия применения спецспособов, характер воздействия на породный массив и получаемый эффект.

Проведенные исследования позволяют перейти к созданию базы данных по технологиям подготовки массива, которые необходимы для разработки экспертной системы, и в

дальнейшем выбирать оптимальный вариант, в котором будут сочетаться оптимальная надежность (минимальный риск негативного воздействия на окружающую среду как при строительстве, так и при эксплуатации подземного объекта) и минимальные затраты на строительство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корчак А.В. Методология проектирования строительства подземных сооружений, М.: Недра коммюникейшнс ЛТД, 2001 — 416 с.

2. Строительство горных выработок в сложных горно-геологических условиях: Справочник/Картозия Б.А. и др. — М.: Недра, 1992.

3. Строительство подземных сооружений: Справочное пособие/Шуплик М.Н. и др. — М.: Недра, 1990.

4. Технология строительства подземных сооружений. Специальные способы строительства: Учебник для ВУЗов/Насонов И.Д. и др. — М.: Изд-во Академии горных наук, 1998. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Корчак Андрей Владимирович — доктор технических наук, профессор,
Мельникова Сафият Абдулхаковна — кандидат технических наук, инженер,
Томилин Александр Владимирович — кандидат технических наук, ассистент,
Шубик Елена Игоревна — ведущий программист,
Московский государственный горный университет, ud@msmu.ru



ГОРНАЯ КНИГА-2012



Методы определения параметров отвалов и технологии отвалообразования на склонах

А.М. Гальперин, Ю.И. Кутепов, Г.М. Еремин

2012 год

104 с.

ISBN: 978-5-98672-333-4

UDK: 622.693.26

Приведены основные научно-методические и технологические положения по определению параметров отвалов и технологии отвалообразования в различных зонах и условиях от отвалов небольшой высоты до высоких (до 200—300 м и больше). Показаны особенности возникновения деформаций отвалов на склонах, объяснены их причины и предложены эффективные мероприятия по снижению деформаций отвалов при влиянии трещинных и паводковых вод, выходящих на склоны, а также при ливневом насыщении пород водой регулированием интенсивностью отсыпки пород в отвалы и отводом воды за счет создания водоотводящих каналов. Приведены примеры реализации методов посредством создания высоких отвалов большой вместимости в различных условиях.

Для работников научно-исследовательских, проектных организаций и инженерно-технических работников, осуществляющих непосредственное производство работ на карьерах.