

А. В. Рочев

## ОБЪЕМНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ СОЛЯНЫХ ОТВАЛОВ КАЛИЙНЫХ РУДНИКОВ ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

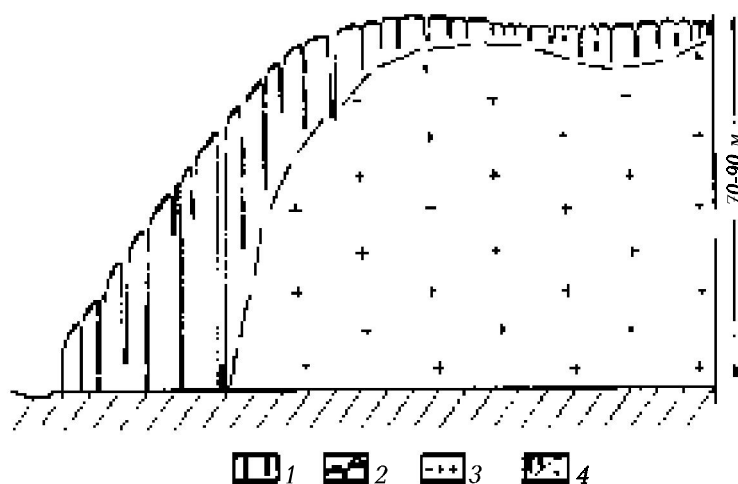
A. V. Rochev

### VOLUMETRICAL ZONALITY OF SALT DUMPS FROM POTASSIUM MINES IN THE VERHNEKAMSKOE DEPOSIT

The zones (claycrete with gypsum 3—15 cm, porous or loose layer up to 20 m and rocky nucleus) of salt dumps have been established. Description of material from these zones and the genetic conclusions have been given.

В работе [3] была описана своеобразная кавернозно-сотовая структура поверхности соляных отвалов. В ходе последующих работ на отвалах калийных рудников Верхнекамского месторождения нами была установлена четкая объемная зональность изучаемых объектов (рис. 1). Отвалы всех калийных предприятий Верхнекамского месторождения независимо от особенностей руд, технологических параметров производства, размеров и формы имеют весьма схожий внешний облик и одинаковое внутреннее строение. Для всех характерно наличие влагодифференцирующей гипсово-глинистой корки (3—15 см), пористого (имеются в виду текстурные особенности массы отвалов, а не кавернозно-сотовая структура) или рыхлого слоя (до 20 м) и скального ядра (размеры определяются высотой и формой каждого конкретного отвала). При проходке штольни в основании отвала на одном из калийных рудников месторождения Бляйхерод (Германия) были отмечены аналогичные структурные особенности объекта. При высоте 90 м и объеме, сопоставимом с объемом отвала БКРУ-2, мощность гипсово-ангидритовой корки составляет 1—1.5 м, а рыхлого слоя — около 30 м. Остальное (около 250 м) — монолитные породы. Отличия параметров объясняются различиями в минералогии руд и технологии производства.

Рис. 1. Схема объемной зональности соляного отвала (соотношение вертикального и горизонтального



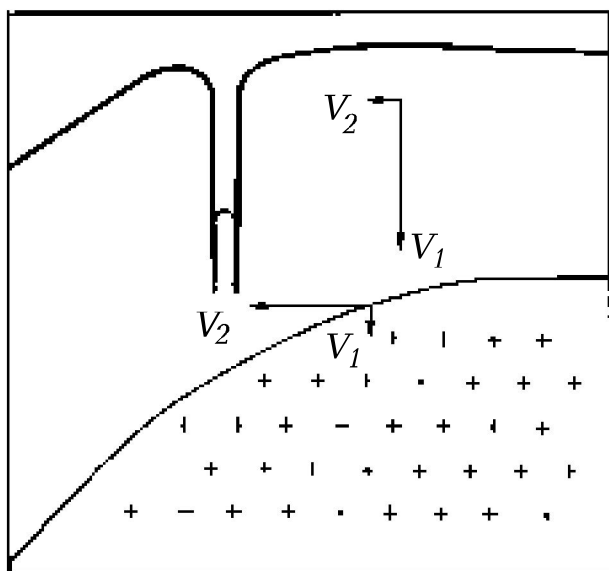
масштабов не сохранено).

1 — пористый верхний слой, подверженный кавернообразованию; 2 — гипсово-глинистый слой на поверхности отвала; 3 — монолитное скальное ядро; 4 — зона перехода пористого слоя в скальное ядро

Причиной появления зональности являются разные физико-механические характеристики солеотходов во внутренних и наружных участках отсыпаемого блока. Основным свойством,

определяющим развитие кавернозно-сотовой структуры, является естественная пористость отсыпаемых масс. Но при достижении определенных размеров отсыпаемого блока во внутренних частях начинается гравитационное уплотнение. Площадь свободной поверхности резко сокращается, проникновение влаги вглубь уплотнённого участка практически прекращается. Если отсыпка производится поверх блока с уже сформировавшейся кавернозно-сотовой структурой, при достижении определенной мощности отсыпки происходит уменьшение объемной пористости за счет уменьшения пустот между зёрнами. Образуются плотные звонкие прочные породы, формирующие своеобразное «скальное ядро» под верхними «рыхлыми» участками. Мощность верхнего пористого слоя определяется коэффициентом гравитационного уплотнения, величина которого, в свою очередь, зависит от минералогического и гранулометрического состава солеотходов, угла наклона поверхности отвала, сезонных климатических условий и т. д. По предварительным оценкам мощность пористого слоя колеблется от 10—20 м на склонах и интенсивно эродированных участках до 0.5—1.5 м на плоских вершинах (плакорах).

Влага атмосферных осадков быстро проходит сквозь верхний пористый (или рыхлый) слой, частично насыщаясь солями. На уровне условной границы рыхлого слоя и скального ядра происходит изменение характера движения растворов. В пределах верхнего рыхлого слоя даже на склонах скорость  $V_1$  (вертикальная скорость или скорость просачивания) значительно превышает скорость  $V_2$  (горизонтальная скорость или скорость стекания) (рис. 2). Поэтому на склонах и плакорах отвала формируются почти исключительно вертикальные формы рельефа (каверны), а не горизонтальные или наклонные (желобки и промоины) [1, 3]. Плотное скальное ядро, напротив, отличается малой пористостью, и вертикальная скорость движения растворов становится значительно ниже, чем горизонтальная. Направление движения растворов начинает определяться не столько гравитационным фактором, сколько профилем поверхности раздела рыхлого слоя и скального ядра.



Именно наличие на определенной глубине скального ядра обуславливает прекращение процесса интенсивного углубления каверн. Наличие в нижней части каждой каверны гипсово-глинистой пробки осложняет характер движения растворов и влияет на размеры и форму зоны перехода пористого слоя в скальное ядро. Особенности этой зоны и ее влияние на процесс формирования объемной зональности будет уточняться.

Рис. 2. Соотношение вертикальной и горизонтальной скоростей движения рассолов в пористом слое и скальном ядре.

Пояснения в тексте

Иными словами, рассолы поступают к подошве отвала не равномерно по всей площади объекта, а лишь по внешнему контуру скального ядра. При движении по зеркалу плотных пород ненасыщенные рассолы, насыщаясь, растворяют поверхность монолита и формируют на ней карстовые формы рельефа, в корне отличные от таковых рыхлого слоя. Вертикальных структур практически не образуется, наибольшее развитие имеют промоины, ориентированные в направлении максимального уклона. О наличии и размерах карстогенных структур можно судить лишь по косвенным признакам, поскольку верхние слои скрывают их. Наиболее наглядным доказательством наличия определенным образом ориентированных промоин на условной поверхности скального ядра являются описанные ранее слияния крупных каверн на склонах в длинные промоины [3]. На плакорах также имеются

локальные скопления крупных каверн обычно изометричной формы со слабо проявленной зональностью размеров (уменьшение диаметров к периферии зоны).

В результате воздействия рассолов определенные объемы отвальных масс по периферии объекта изредка оказываются в зоне интенсивного обрушения в нижних частях склонов. Причиной активизации механического перераспределения вещества в этих участках является разрушающее воздействие рассолосборных отстойников или вытекающих из-под отвала инфильтрованных рассолов. В первом случае зоны обрушения более интенсивно развиваются вдоль границы отвала и образуют вертикальные стенки высотой в среднем до 3 м (рис. 3). Иногда они охватывают отвал почти по всему периметру, вскрывая частично пористый слой, а в исключительных случаях и краевые участки скального ядра. Так, на отвалах БКРУ-2 на участке наиболее интенсивной эрозии нами наблюдался своеобразный каньон, врезавшийся в массив на 70—80 м и имевший в наиболее глубокой части высоту стенок до 50 м, в котором можно было наблюдать массивные плотные породы.

Во втором случае зоны обрушения имеют вид уходящих вглубь отвала гrotов с малыми размерами выходных отверстий в сравнении с их протяженностью (рис. 4). Образование и рост их происходит от водонепроницаемого основания вверх за счет обрушения сводовых частей. Формы выходных отверстий изометричны или слегка вытянуты в ширину (особенно на начальных стадиях развития). Диаметры наблюдавшихся гrotов достигали 3 м, а прослеженная протяженность до 8—10 м. Сводовые части гrotов обычно покрыты белыми корками и натечками новообразованных солей, сложенными мелкокристаллическим галитом. Нередко гrotы пространственно совмещены с «потоками» крупных каверн на склонах. Распределение гrotов по периметру отвалов крайне неравномерное и определяется формой влагонепроницаемого подотвального ложа.



Рис. 3. Стенка обрушения по периметру отвала.

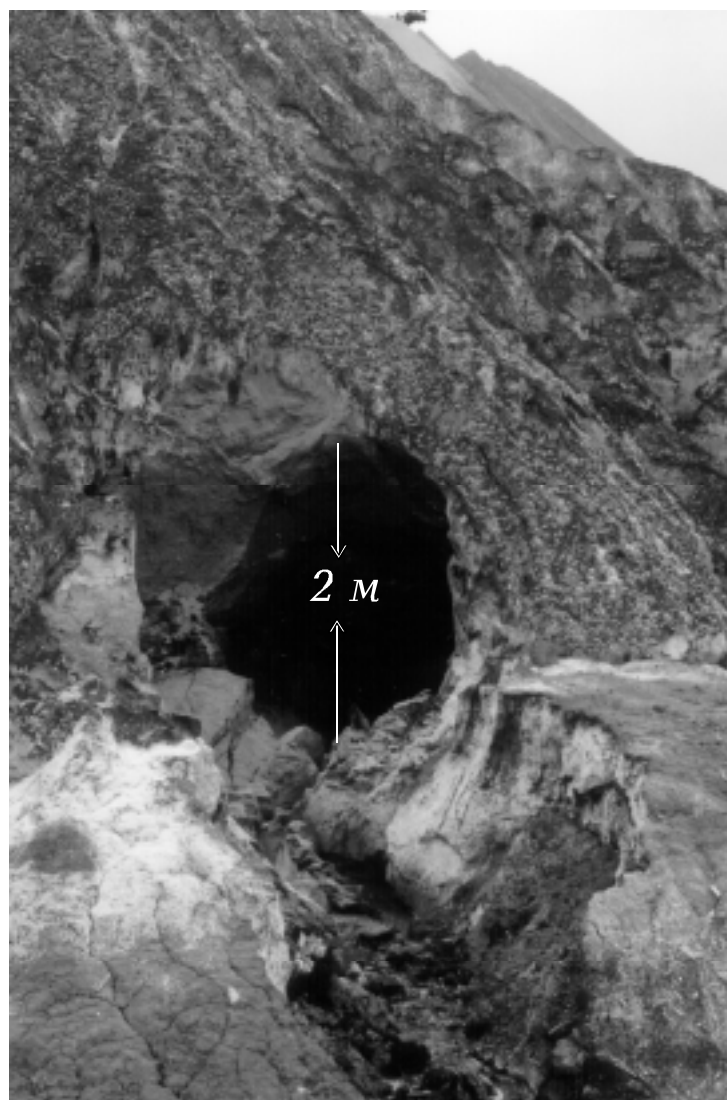


Рис. 4. Грот в точке выхода потока инфильтрованных рассолов.

Таким образом, сформированная при отсыпке структура отвала под действием геологических агентов претерпевает изменение в сторону повышения ее устойчивости. Можно сказать, что с формированием зональной структуры для отвала или отдельного его блока наступает квазистационарная [2] фаза развития.

#### Литература

1. *Андрейчук В. Н.* Техногенный карст в горнодобывающих районах. Автореф. дис... д. г. -м. н. Екатеринбург, 1995. 48 с.
2. *Емлин Э. Ф.* Техногенез колчеданных месторождений Урала. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1991. 256 с.
3. *Рочев А. В.* О кавернозно-сотовой структуре поверхности соляных отвалов предприятий по добыче и переработке калийных солей АО «Уралкалий» // Уральский минералогический сборник № 6, Миасс: ИМин УрО РАН, 1996. С. 113—121.