

Э. Б. ТЕРЕХОВА, Р. И. ЛАНИНА, Л. В. ФОМЕНКО

### ЕСТЕСТВЕННОЕ ЗАРАСТАНИЕ ОТВАЛОВ СОКОЛОВСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО КАРЬЕРА

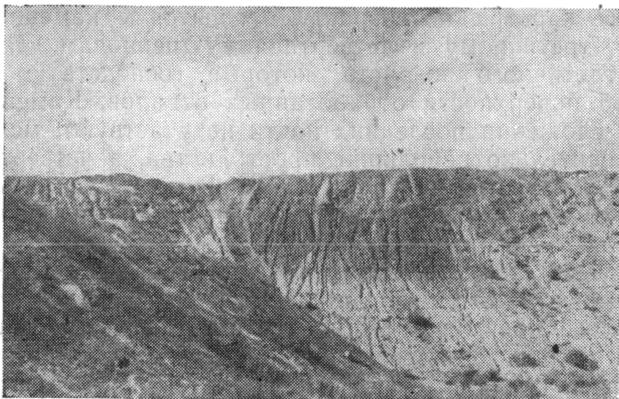
Научно обоснованным мероприятиям по биологической рекультивации промышленных отвалов должно предшествовать их комплексное изучение, в частности, выяснение хода естественного зарастания, так как анализ этого процесса может предсказать выбор возможных путей рекультивации. Объектом исследований<sup>1</sup> явились железнодорожные отвалы Соколовского железорудного карьера Соколовско-Сарбайского горно-обогатительного комбината (Кустанайская область), на которые местами дополнительно насыпаны вскрышные породы, вывезенные автотранспортом. Отвалы создавались в период 1958—1968 гг., и в момент исследования их отдельные участки имели возраст после окончания отсыпки грунта от 1 до 12 лет. Отвалы занимают обширную площадь высокопродуктивных черноземных земель и оказывают неблагоприятное воздействие на окружающие пространства вследствие сползания грунтов, образующих отвалы, их подверженности водной (рис. 1) и особенно ветровой эрозии. Биологическая консервация поверхности отвалов является неотложной задачей, так как естественное зарастание их (рис. 2) идет медленно, а формирующиеся группировки растительности низкопродуктивны.

Естественная растительность отвалов формируется под влиянием:

- 1) зонально-климатических условий района;
- 2) особенностей микроклимата и физико-химических свойств грунтов отвалов, обуславливающих в сочетании экотопический отбор растений;
- 3) окружающей растительности как источника заноса семян растений на бесплодную поверхность отвала.

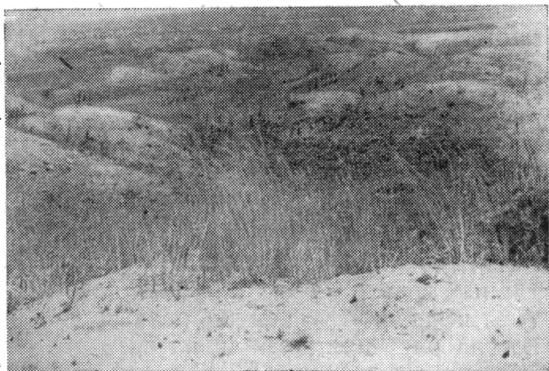
Соколовский карьер и его отвалы расположены в пределах Кустанайской физико-географической провинции, территория которой представляет собой наклонную волнистую равнину, постепенно понижающуюся на северо-северо-восток, с абсолютными отметками 150—200 м. Она пространственно совпадает с северной частью Притургайской равнины (Кустанайская равнина) и отно-

<sup>1</sup> Исследования проводились в 1969—1971 гг. под руководством проф. Б. П. Колесникова. Кроме авторов в них принимала участие студентка-дипломница Л. Ф. Носова.



*Рис. 1.* Эрозионные промоины на склонах отвала Соколовского карьера; слева — характер зарастания на склонах отвала северной экспозиции.

сится к подзоне засушливых степей на южных суглинистых и супесчаных малогумусовых, часто солонцеватых, черноземах (Природное районирование Северного Казахстана, 1960). Климат континентальный. Зима холодная, средние температуры января  $-18^{\circ}$ ,  $-19^{\circ}$ , но минимальные доходят до  $-48^{\circ}$ . Лето теплое, средние температуры июля  $19-21^{\circ}$ , с максимумом  $39-41^{\circ}$ . В течение года выпадает от 280 до 330 мм осадков, 75% которых приходится на теплое время года. В зимний период мощность снежного покрова не превышает 25—35 см. Почва промерзает на глубину 180—200 см.



*Рис. 2.* Характер зарастания бугристой поверхности отвала (растительность сосредоточена в понижениях, у подножия и на теневых склонах бугров).

В связи с двух-трехъярусным сложением отвалы возвышаются над окружающей равниной на 12—40 м. Их склоны и откосы имеют угол наклона до  $38-41^{\circ}$ . Применение различной технологии складирования вскрышных пород обусловило неравномерность мезо- и микрорельефа отвалов: ровные, слегка волнистые площади железнодорожных отсыпок грунта перемежаются с бугристыми, а также понижениями и ямами от 0,5 до 2,5 м глубины.

Породы карьера по возрасту относятся к каменноугольному, меловому, третичному и четвертичному периодам. Преобладают породы третичного возраста, которые господствуют в составе грунтов на поверхности отработанных отвалов. Каменноугольные породы в сложении последних почти не участвуют, меловые занимают относительно небольшие пространства, а четвертичные присутствуют в качестве незначительной примеси к остальным. Лишь на небольшом участке борта самого разреза они представлены в чистом виде.

Из-за бессистемного складирования вскрышных пород в отвалы на поверхности последних оказались сложные грунты, образованные преимущественно третичными и отчасти меловыми породами (более 70% всей площади отвалов), чрезвычайно мозаично перемешанные и незакономерно сменяющиеся в пространстве. Физические и агрохимические показатели этих грунтосмесей и грунтов варьируют в широких границах. По физическим свойствам среди третичных грунтов преобладают разнообразные глины (от легких до тяжелых, например, чеганские глины), но довольно часты опоки, встречаются также супеси; меловые представлены связными песками; четвертичные породы, как и покрывающие их коренные степные (черноземные) почвы, относятся к супесям и легким суглинкам (лёссовидным). Гумуса (органического вещества) в грунтах всех типов крайне мало, азот практически отсутствует (от 0 до 0,03%), усвояемых растениями фосфора и калия относительно мало и лишь местами достаточно ( $P_2O_5$  от 1,25 до 50,0 и  $K_2O$  от 0 до 22 мг/100 г грунта). Реакция среды колеблется в интервале от 2,4 до 7,3, а содержание сухого остатка — от 0,1 до 1,2%, что указывает на повышенную кислотность и высокую степень засоленности части третичных и меловых грунтов и грунтосмесей с их преобладанием. Засоление сульфатное. По-видимому, именно эти агрохимические свойства в значительной мере обуславливают мозаичность и пятнистость распределения на отвалах естественной растительности. Косвенно на это указывает сопоставление выживаемости культурных трав в наших опытных посевах с агрохимическими показателями почво-грунтов на разных делянках. На второй год после посева растения погибли на всех делянках, где кислотность почвогрунтов была меньше 3, а сухой остаток более 0,8% (табл. 1).

Грунты четвертичного возраста отличаются от третичных нейтральной или слабощелочной реакцией среды, отсутствием засоления; содержание фосфора и калия невысокое, азота и гумуса также мало. В целом они малоплодородны, но пригодны для произрастания растений без применения мелиоративных мероприятий.

Для отвалов характерен свой эоклимат, который предъявляет к растениям более жесткие требования, чем в естественных условиях Кустанайской степи. Растения должны быть не только засухо-, морозо- и жароустойчивы, но устойчивы еще и к эрозии почв, обнажению корней и засыпанию эрозийным материалом, солеустойчивы. Это обуславливает ограниченность видового состава, а

Таблица 1

**Некоторые агрохимические показатели грунтов  
третьего возраста в опытных посевах кормовых трав**

Культура	Состояние травостоя	Агрохимические показатели		
		pH водной	pH солевой	Сухой остаток, %
Люцерна	растет . . . . .	7,40	7,30	0,10
	погиб . . . . .	2,85	2,40	0,93
Эспарцет	растет . . . . .	4,60	4,10	0,39
	погиб . . . . .	2,90	2,45	0,78
Донник	растет . . . . .	7,15	7,00	0,50
	погиб . . . . .	2,80	2,60	1,19

также мозаичность растительного покрова, естественно складывающегося на отвалах в процессе сингенетических сукцессий.

Чтобы получить некоторые представления об особенностях эоклиматического режима на поверхности отвалов и на склонах, нами (Ланина, Терехова, 1971) в течение вегетационных периодов 1970—1971 гг. проводились в условиях разного мезо- и микро-рельефа, на участках с растительным покровом и без него простейшие выборочные микроклиматические наблюдения. Полученные данные позволяют сделать следующие предварительные выводы, представляющие некоторый интерес, так как соответствующие данные для отвалов сухостепной зоны отсутствуют.

Температура воздуха на высотах 50—150 см над поверхностью субстрата и у самой поверхности его зависит от структуры мезо- и микро-рельефа, экспозиции участка, вида грунта или грунто-смеси, их цвета. Наиболее резким температурным колебаниям в течение суток подвержены поверхностные слои воздуха и грунта. Амплитуда колебаний температур воздуха постепенно уменьшается с увеличением высоты замеров, а амплитуда колебаний температур грунта снижается с увеличением глубины. Максимумы дневных температур в поверхностном слое воздуха до 50 см наблюдаются над склонами южной экспозиции (например, 11 июня в 16 часов +36°), наименьшее — над северными склонами (в то же время +26,5°). Перепады температур грунта (табл. 2) наиболее резко выражены в слое 0—5 см и на поверхности отвала, достигая максимальной величины на поверхности отвала. Северный откос нагревается относительно равномерно. С продвижением в глубь грунта перепады снижаются.

На величину показателей температур грунта влияют его цвет и степень развития растительного покрова. В целом грунты отвала как более светлые в жаркие солнечные дни нагреваются меньше, чем зональные степные темноцветные черноземные почвы на участках, лишенных растительности. Так, 15 июня 1971 г. в 13 часов температура поверхности почвы в степи была 57,4°, а на поверхно-

Таблица 2  
Динамика дневных температур грунта 11 июня 1971 г. по наблюдениям в 10 (а), 13 (б) и 16 (в) часов

Глубина, см	Температура в степи (изреженный травостой на ровном месте), °С			Температура горизонтальной поверхности отвала, °С						Температура склонов отвала с третичным грунтом, °С					
				третичный грунт			четвертичный грунт			южный			северный		
				а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в
				а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в
0 (поверхность)	29,0	48,0	37,0	33,5	48,0	37,0	45,0	52,0	42,0	28,0	43,0	37,0	22,0	33,0	35,0
5	22,7	28,6	30,0	26,0	36,5	32,0	28,0	35,0	34,5	26,0	34,0	31,0	20,0	23,0	25,0
10	21,5	24,5	26,5	23,0	30,0	28,0	27,0	34,5	34,5	25,0	31,0	30,0	17,7	22,0	23,0
15	19,8	21,5	24,2	21,0	26,0	26,0	26,5	30,5	32,5	23,5	28,0	29,0	17,0	20,0	21,5
20	19,0	20,8	21,9	17,0	23,0	23,0	25,0	28,0	30,0	22,0	26,0	26,5	16,0	18,5	19,5

сти отвала 52°, причем, под пологом травостоя она снижалась до 44°. Наличие растительного покрова (даже изреженного) несколько снижает температуру поверхности субстрата отвала и отчасти смягчает его температурный режим.

Содержание влаги в грунтах отвала в значительной степени зависит от их механического состава, что уже отмечалось в литературе для других районов (Грешта, 1957; Димитровски, 1970; Томас, 1970). Грунты Соколовского отвала по механическому составу весьма неоднородны. Третичные грунты, содержащие большое количество глинистых частиц, характеризуются относительно повышенной водоудерживающей способностью. Содержание влаги в них в середине вегетационного периода составляет 6—17% в верхних слоях (5—15 см) и до 40% — в нижних (25—40 см). Однако вследствие высокого нагрева поверхности в летние дни (более 50°), самый верхний слой грунта (0—3 см) обычно пересыхает и влага нижних слоев оказывается недоступной для растений и прорастающих семян. Если растение все же укоренится во время дождей, вступает в силу другой неблагоприятный фактор — повышенная кислотность или засоленность третичного грунта. Все это затрудняет формирование сомкнутого растительного покрова на отвалах; растения располагаются группами и пятнами, занимая более благоприятные формы микрорельефа и участки грунта (см. рис. 2).

В четвертичных грунтах влаги значительно меньше, чем в третичных и меловых, ее содержание колеблется в течение вегетационного периода в пределах 1,5—13% в верхнем слое. Еще ниже этот показатель (1,5—7%) у зональных степных почв, окружающих отвал. Однако четвертичные грунты выгодно отличаются нейтральной реакцией почвенного раствора и отсутствием засоления, что и обуславливает, по-видимому, лучшее развитие на них растительного покрова (на горизонтальных поверхностях).

На склонах отвалов и откосах крупных форм мезо- и микро-рельефа (бугры, гряды, ярусы) содержание влаги значительно ниже, чем на горизонтальных участках. Для третичных грунтов оно колеблется в пределах 3—10% в слое 5—40 см. Невелики абсолютные различия по этому показателю между склонами и откосами разной экспозиции так же, как и между третичными и четвертичными грунтами. Отмечено, однако, для склонов южной экспозиции закономерное варьирование показателей влажности грунтов вдоль склона: в средней части они, в большинстве случаев, выше, чем в верхней и нижней. Так, на одном из участков южного склона, сложенного четвертичными супесями и суглинками, влажность в слое 5—40 см в верхней части была 3,4%, в средней повышалась до 6,9% и к основанию вновь снижалась до 4,3%. Интересно отметить, что температуры приземного слоя воздуха и верхних слоев грунта в этом случае также имели наивысшее значение в средней части склона, снижаясь к вершине и подножью. Возможно, такое совпадение показателей гидрологического и температурного режимов не случайно и обусловлено капиллярным подтягиванием грунтовой влаги к более нагреваемой части склона. На северных же откосах с их более равномерным температурным режимом в распределении влаги заметных различий не обнаружено.

Существенное влияние на зарастание отвалов и распределение формирующихся сообществ растений оказывает ветровой режим, весьма напряженный в пределах степной зоны Казахстана. Ветры, достигающие большой силы, увеличивают испарение с поверхности отвала и транспирацию растительности, если она появилась, ужесточая таким образом и без того напряженный водный режим. Повсеместно, особенно на повышенных элементах микро-рельефа и ветроударных склонах отвала, выражены явления ветровой эрозии — выдувание мелкозема из верхнего слоя грунта, обнажение корней растений на вершинах и склонах, засыпание растительности в понижениях, снос семян и диаспор растений (в том числе «перекати-поле») в различного рода западины микро- и нанорельефа. Наиболее наглядно опосредованная роль ветра в формировании растительного покрова на отвале проявляется в зимнее время. Зимой в районе преобладают ветры южных и юго-западных направлений (до 50%). Поэтому, как показали снегосъемки, произведенные в январе 1971 г., южные склоны отвалов и откосы ярусов и крупных бугров почти обнажены от снега. У подножья

южных склонов и откосов накапливается только небольшой слой снега (до 19 см). Наоборот, северные склоны и откосы, как правило, покрыты довольно глубоким (до 54 см) и устойчивым покровом снега, местами образующего мощные надувы до 120—160 см глубины. На плоских участках снеговой покров располагается тоже неравномерно, сосредоточиваясь в понижениях и за всякого рода препятствиями на пути ветра (камни, бугры и т. п.), образуя своеобразные снежные барханчики. Неравномерность распределения снежного покрова обуславливает соответствующую неравномерность промерзания грунтов и их последующее оттаивание в начале лета, различную интенсивность промывания грунтов талыми водами, которые к тому же сносят мелкозем и диаспору растений в понижения микро- и нанорельефа. Все это, в сочетании с более благоприятным температурным режимом в течение вегетационного периода, способствует более быстрому и энергичному зарастанию склонов и откосов северной экспозиции и отчасти понижений, в сравнении с южными склонами и верхними частями повышенных форм рельефа.

На основной площади обработанных отвалов Соколовского карьера к настоящему времени зарегистрировано около 100 видов цветковых растений, 2—3 вида корковых лишайников, 1—2 вида мхов. В понижениях, где на плотном глинистом субстрате весной скапливаются быстро испаряющиеся снеговые воды, а летом влага ливневых дождей, встречаются налеты водорослей<sup>2</sup>; они же заметны местами на крутых откосах отвала, на участках с близко расположенными к поверхности и выпотевающими грунтовыми водами. Цветковые растения, относящиеся к 16 семействам, представлены преимущественно видами сложноцветных (22%), злаковых (18%), маревых (12%) и бобовых (9%). Растительные группировки откоса также формируются преимущественно видами этих же семейств. Чаше других, нередко как доминанты зарослей, встречаются из злаковых — вейник наземный (*Calamagrostis epigeios*) и несколько видов пырея (*Agropyrum sibiricum*, *A. ramosum*), из бобовых — донники (*Melilotus officinalis*, *M. albus*), люцерна (*Medicago cancellata*), из сложноцветных — многочисленные виды полыней (*Artemisia absinthium*, *A. marschalliana*, *A. austriaca*, *A. dracunculus*; *A. frigida*, *A. sericea*, *A. pauciflora*, *A. vulgaris*) и мать-и-мачеха, из маревых — кохия (*Kochia prostrata*), верблюдка восточная (*Corispermum orientale*), несколько видов лебеды (*Atriplex nitens*, *A. tatarica*) и аксирис (*Axyris amaranthoides*). Из представителей других семейств обильны гречишка (*Polygonum aviculare*), кипрей (*Chamaenerium angustifolium*) и вьюнок (*Convolvulus arvensis*). Преобладают травы, относительно много однолетних (20%) и двулетних (10%). Из древесных еди-

<sup>2</sup> По данным Л. Б. Негановой (1971) на различных грунтах отвала обнаружены зеленые и сине-зеленые водоросли из родов *Chlorella*, *Botrydiopsis*, *Chlorococcum*, *Nostok*, *Plectonema*, *Phormidium*, *Schisotrix* и др., в том числе азотфиксирующие формы.

нично в понижениях встречаются молодые растения нескольких видов ив (*Salix viminalis*, S. sp.), осины (*Populus tremula*), дрока (*Genista tinctoria*), даже кленов татарского и американского (*Acer tataricum*, *A. negunda*). Все виды растений, встреченных на отвалах, входят в состав местной степной флоры или принадлежат к сорно-луговым и рудеральным растениям, обычным в ближайших окрестностях. Вполне естественно, что среди них преобладают ксерофиты (41%) и мезоксерофиты (15%), велика доля солевыносливых растений, имеются галофиты (*Salsola* sp.).

По способу распространения семян почти все растения, встреченные на отвалах, принадлежат к классу аллохоров (Левина, 1957). Большинство из них анемохоры, много зоохоров, в расселении которых участвуют птицы (в том числе чайки), мелкие грызуны, насекомые (муравьи), довольно обычные на отвале. Низкие террасы отвалов используются для неорганизованного выпаса крупного рогатого скота, небольшой участок занят под свалку городского мусора города Рудного. Однако большая протяженность отвала, крутизна, внешних откосов и значительная высота отвалов создает существенные затруднения для свободного заноса семян растений на отвалы, особенно на их внутренние участки. Тем не менее, Соколовский отвал представляет собой пример комплекса открытых экотопов, активно осваиваемых степной биотой, разнообразные биоценозы которой вплотную окружают его.

Самое быстрое ознакомление с растительным покровом отвала показывает, что зарастание его идет специфично в зависимости от эдафических свойств грунтосмесей и форм мезорельефа.

Для выяснения основных особенностей динамики формирования растительности в различных, достаточно типичных условиях

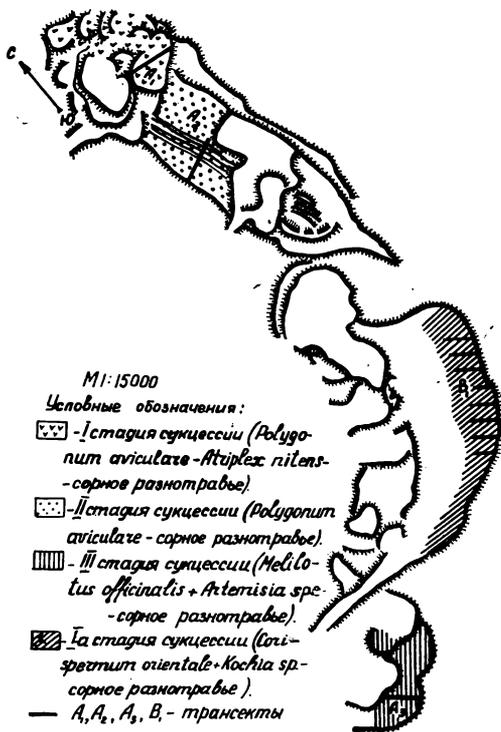


Рис. 3. Схема расположения геоботанических трансектов на юго-восточном отвале Соколовского карьера.

отвала, на участках разного возраста была заложена серия трансектов (рис. 3), на которых изучались закономерности размещения растений в зависимости от экологических условий (Понятовская, 1964). Три трансекта ( $A_1$ ,  $A_2$  и  $A_3$ ) приурочены к террасовидным поверхностям отвала, сложенным грунтовыми третичными породами с примесью меловых. Трансект  $A_1$  проложен на одногодичном участке (30 м над равниной, окружающей отвал), покрытом буграми третичных опок и слегка засоленных чеганских глин, при преобладании последних. Трансект  $A_2$  расположен на участке семилетнего возраста (высота над равниной 15 м), имеющем ровную поверхность, пересекаемую рвами глубиной до 2 м; на поверхности преобладают третичные опок. Наконец, трансект  $A_3$  находится на относительно выровненной поверхности участка десятилетнего возраста (высота его около 15 м), сложенного смесью третичных опок и меловых глауконитовых песков. Трансект  $B_1$ , в отличие от предыдущих, был проложен по днищу значительного понижения (до 2 м глубиной) на верхнем ярусе отвала (высота около 40 м, возраст 5 лет), сложенного меловыми песками с включением большого количества известковых обломков раковин и других остатков морской фауны; местами в понижениях нанорельефа заметен белесоватый налет солей. Четвертичные грунты, наиболее благоприятные для заселения растительностью, охарактеризованы двумя трансектами (на рис. 3 не показаны), проложенными по северному и южному склону упомянутого выше участка двенадцатилетнего возраста, имеющего характер крупного бугра.

Заселение террас начинается в первый же год после их обработки ( $A_1$ ). Растения-пионеры формируют неустойчивую группировку, состоящую из малого числа видов, в нашем случае из 16. Первыми поселенцами и наиболее характерными видами на начальном этапе сингенеза являются *Atriplex nitens*, *Polygonum aviculare* и *Kochia prostrata*, растущие одиночно или образующие небольшие группы с величиной истинного покрытия от 0,2 до 0,6 см. Кроме того, следует отметить присутствие кипрея (группы) и донников. Преобладают однолетники (40%), на сорное разнотравье приходится до  $\frac{2}{3}$  видов (табл. 3).

Сорные однолетние и двулетние растения, слагающие, в основном, пионерные растительные группировки, на следующих стадиях сингенеза постепенно выпадают из состава, или сокращается их обилие. Так, на седьмой год после обработки отвала ( $A_2$ ) флористическое богатство группировок удваивается (31 вид), величина истинного покрытия возрастает почти в три раза. Растительный покров более сомкнут, но также формирует еще неустойчивую простую группировку без четко выраженного ярусно-синузального строения с преобладанием *Polygonum aviculare*, *Artemisia marschalliana*, *Berteroa incana*, *Axyris amaranthoides*. На этом этапе существенную роль в формировании растительности на третичных грунтах приобретает полынь Маршалла (*Artemisia marschalliana*), на долю которой приходится до 24% общего веса воздушно-сухой

Характеристика стадий сингенеза растительного покрова на третичных и меловых грунтах  
отвала Соколовского карьера

Трансект, грунт	Возраст отсыпки, лет; стадия сингенеза	Доминанты	Количество видов	Видовая насыщенность, вид/м <sup>2</sup>	Числовое обилие, экз/10 м	Густота стояния, см	Истинное покрытие, см <sup>2</sup>	Наземная фитомасса, г/м <sup>2</sup>		Биологические типы, %														
								сырая	воздушно-сухая	однолетники	двулетники	многолетники												
А <sub>1</sub> — третичные опоки и чеганские глины	1—1	Polygonum aviculare + Atriplex nitens + сорное разнотравье . . . . . Polygonum aviculare + Artemisia marschalliana + Melilotus spp. + сорное разнотравье . . . . . Artemisia marschalliana + Melilotus albus + степное разнотравье . . . . . Corispermum orientale + Kochia prostrata . . . . .	16	3	14	61	2,6	67,6	23,6	41	22	37												
													А <sub>2</sub> — третичные опоки	7—11	31	4	18	39	7,0	48,8	20,5	16	19	65
В <sub>1</sub> — меловые пески	5—1а	11	2	11	81	1,0	27,7	10,8	46	23	31													

надземной фитомассы. Значительную роль приобретают также виды семейства бобовых (*Genista tinctoria*, *Medicago cancellata*, *M. falcata*, *Vicia cracca*, *Melilotus albus*, *M. officinalis*). Полыни и бобовые, особенно донники, и в последующем сохраняют за собой существенную ценозообразующую роль, выступая как доминанты и содоминанты. Из злаков присутствуют *Agropyrum sibiricum*, *A. pruiniferum*, *Poa angustifolia*, *Festuca sulcata*, а также вейник, пятна зарослей которого обычно сосредоточены в небольших понижениях. Так же, но в более резко выраженных углублениях микро-рельефа, часто встречаются группы кипрея. Существенно отметить, что под зарослями вейника, в понижениях, часто имеются латки мхов (1—2 вида), иногда образующих ясно выраженный плотный по сложенности моховой наземный ярус. В понижениях же местами можно обнаружить единично ивы (высота до 60 см), клен татарский (90 см), бсину (до 2,5 м). Количество однолетников сокращается до 16%, а многолетников возрастает до 65%.

Флористический состав растительной группировки на отвале десятилетнего возраста ( $A_3$ ) по количеству видов почти не изменился, но истинное покрытие уже в три раза выше, чем на семилетнем отвале. Около половины (48%) всех видов принадлежит растениям, слагающим коренные степные сообщества, окружающие отвал. Увеличивается доля злаков. Однако основная роль в формировании таких сложных смешанных группировок все еще принадлежит полыни Маршалла и доннику, на совместную долю которых в сложении фитомассы группировок приходится около 75%. Численность и величина истинного покрытия полыни увеличивается более, чем в десять раз, в сравнении с семилетним отвалом, а численность донника лекарственного более, чем в тридцать. В этом сообществе по-прежнему присутствуют группами в понижениях кипрей и вейник. Доля однолетников сокращается до 6—10%, а многолетников возрастает почти до 80%.

Резюмируя, можно сказать, что на третичных грунтосмесях плоских поверхностей отвала зарастание идет по типу классической сингенетической сукцессии. Начинаясь со стадии первичной пионерной группировки (*Polygonum aviculare* + *Atriplex nitens* + сорное разнотравье), через стадию открытой несомкнутой простой группировки с диффузным распределением групп растений (*Polygonum aviculare* — *Artemisia marschalliana* + *Melilotus* spp. + сорное разнотравье), растительность незасоленных или слабозасоленных третичных грунтосмесей к началу второго десятилетия приобретает характер сложной многовидовой, но еще открытой группировки с преобладанием полыни Маршалла и донников при значительном участии степных злаков и разнотравья (*Artemisia marschalliana* + *Melilotus* spp. + степное и сорное разнотравье). Синузиально-ярусная структура в таких группировках по-прежнему неясно выражена, но видовой состав уже определен и достаточно устойчив. На этой стадии сингенеза на третичных незасоленных и слабозасоленных грунтосмесях отвала отчетливо проявляется прин-

ципальное сходство формирующихся группировок с зональными степными сообществами на черноземных легких почвах, развитых на плакорах ближайших окрестностей. Эти сообщества, очевидно, могут рассматриваться как вероятное заключительное звено сингенетической сукцессии на третичных грунтах Соколовского отвала.

По-иному идет зарастание засоленных грунтов, прослеженное на примере трансекта В<sub>1</sub>, заложенного на меловых песках. Зарастание их начинается, как и на третичных грунтосмесьях, с поселения гречишки и кохии, а также верблюдки восточной. Этот последний вид является наиболее характерным для засоленных участков на отвале. Однако и через 5 лет после окончания отсыпки грунта растительная группировка остается предельно разреженной и маловидовой — всего 11 видов на нашем трансекте, — с минимальной продуктивностью. Помимо упомянутых видов в ее составе были отмечены еще *Artemisia absinthium*, *A. pauciflora*, *Descurainia* sp., *Melilotus albus*, а на других участках с более оглинненным грунтом зарегистрированы кроме того *Thesium procumbens*, *Ceratocarpus agerarius*, *Lepidium* sp., *Salsola* sp. и др. Очевидно, явно неблагоприятные для растительности экологические условия засоленных участков задерживают сингенез на его начальной стадии — пионерной группировке. Дальнейшее развитие начавшегося сукцессионного процесса пока остается неясным.

На откосах отвалов, в отличие от горизонтальных поверхностей, экологические условия также складываются своеобразно, поскольку отчетливо проявляется экспозиционный характер действия факторов водного и температурного режимов. Так, на упоминавшемся отвале двенадцатилетнего возраста, образованном четвертичными суглинками, сформировалась сложная многовидовая группировка (22 вида), образованная преимущественно многолетними растениями при ограниченном участии сорняков. Сложена она видами, общими с соседними степными сообществами, отличаясь от них меньшим видовым разнообразием и видовой насыщенностью. Видовой состав группировок с южного и северного склонов почти одинаков. Отличия между ними выражаются в сомкнутости (0,3—0,4 на южном, до 0,7 на северном склоне) и средней высоте (22 см на южном и 37 см на северном) травяного яруса, в частоте встречаемости почти всех видов. На северном склоне обильна полынь Маршалла, гречишка, оба вида донника, характерны *Agropyrum sibiricum*, *Gypsophylla* sp., *Euphorbia virgata*, *Achillea millefolium*, *Chamaenerium angustifolium*, *Calamagrostis epigeios*; на южном склоне растут эти же виды, но их встречаемость заметно снижена, особенно у злаков, за счет усиления роли верблюдки, *Setaria glauca*, *Polygonum convolvulus*, *Nonnea pulla*, *Linaria vulgaris*, *Convolvulus arvensis*, *Cichorium* sp., *Artemisia absinthium*, *Lactuca tatarica*, на северном склоне преобладают мезоксерофиты и ксеро-мезофиты, на южном — ксерофиты.

По существу, закономерности распределения и встречаемости растений в зависимости от экспозиции склонов отвала, сложенных

третичными грунтовыми смесями и четвертичными суглинками, аналогичны. Но на третичных откосах растительность значительно более разрежена. На четвертичных суглинках к 10—12-летнему возрасту ее группировки можно определять как сложные многовидовые с выявленными фитоценоотическими отношениями между видами. Растительность же третичных грунтов того же возраста надолго задерживается на стадии открытых простых и даже пионерных группировок с диффузным распределением растений, лишь местами образующих мелкие пятна одновидовых зарослей (вейник, кипрей, донники, полыни). Последнее, например, типично для склонов южной экспозиции и участков, подверженных постоянному воздействию водной эрозии и сползания грунта.

Сообщенные данные, имеющие предварительный характер, а также другие материалы нашей лаборатории по отвалам и карьерам Соколовско-Сарбайского железнорудного месторождения, позволяют сделать следующий общий вывод. В условиях сухостепной зоны северо-западного Казахстана (Кустанайская область) самозарастание отвалов открытых горных разработок при самых благоприятных условиях (незасоленные, потенциально плодородные четвертичные лесовидные суглинки) идет медленно.

Даже к началу второго десятилетия после окончания отсыпки грунта на отвалах, сложенных рыхлыми грунтовыми смесями пород четвертичного, третичного и мелового возраста, формируются разреженные и малопродуктивные группировки, по фитоценоотическим показателям соответствующие начальным этапам сингенетических сукцессий. Экономической ценности такие группировки не имеют, закрепить поверхность и склоны отвалов и предохранить их от действия водной и ветровой эрозии, а также существенно ослабить вредное влияние отвалов на окружающий ландшафт они не могут. Активные мероприятия по биологической рекультивации таких отвалов — единственная реальная возможность в относительно короткие сроки вернуть землям, занятым отвалами, утраченные плодородие и экономическую ценность.

#### ЛИТЕРАТУРА

Димитровски К., 1970. Вопросы инфильтрационной способности почв в области СББ и Крушных гор. В сб. «Симпозиум по вопросам рекультивации нарушенных промышленностью территорий». Лейпциг.

Ланина Р. И., Терехова в Э. Б., 1971. Микроклимат отвалов Соколовского карьера. В сб. «Растения и промышленная среда». Киев, «Наукова думка».

Левина Р. Е., 1957. Способы распространения плодов и семян. МГУ.

Неганова Л. Б., 1971. Развитие водорослей на промышленных отвалах. В сб. «Растения и промышленная среда». Киев, «Наукова думка».

Понятовская В. М., 1964. Учет обилия и характер размещения растений в сообществах. В кн. «Полевая геоботаника», т. 3. М. — Л. «Наука».

Природное районирование Северного Казахстана, 1960. М. — Л., АН СССР.

Томас З., 1970. Соотношение плотности и содержание воды в различных отвалных грунтах бурого угольной промышленности Нидерлаузитца. В сб. «Симпозиум по вопросам рекультивации нарушенных промышленностью территорий». Лейпциг.

Jan Greszta, 1957. Mikroklimat zwalow. Из бюлл. "Badania nad zagospodarowaniem neuzytkow przemystowych". Польша, т. 12.