

15. Козарів В. Я. Обгрунтування конструктивних елементів кріплення гідравлічних підйомників для підвищення прохідницького обладнання при спорудженні вертикальних стволів шахт / В. Я. Козарів, Т. В. Селін // Вісник Криворізького технічного університету. – 2011. – Вип. 29. – С. 87-90.

16. Сосновская Е. Л. Обоснование видов крепи горных выработок по выявленным закономерностям формирования тектонических структур / Е. Л. Сосновская, В. Е. Боликов, В. А. Вицинский, Л. И. Сосновский, А. М. Павлов, Л. Г. Рубцов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009. – Вип. № 5. – С. 15-21.

17. Сыркин П. С., Мартыненко И. А., Данилкин М. С. Шахтное и подземное строительство. Технология строительства горизонтальных и наклонных выработок: Учеб. пособие/ Шахтин-ский ин-т ЮРГТУ. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2002. 403 с.

18. Рамные крепи горных выработок. (обзорная информация и справочные материалы) / Сытник А. А., Зигель Ф. С., Компанец В. Ф., Поляковский В. С.; Отв. за вып. Таранюк Г. В. - Донецк: ДонУГИ, 1992.

19. Геомеханика охраны выработок в слабометаморфизованных породах / Усаченко Б. М., Чередниченко В. П., Головчанский И. Е.; Отв. ред. Зорин А.Н.; АН УССР. Ин-т геотехнологической механики – К.: Наук. думка, 1990. – 144 с.

20. Широков А. П. Теория и практика применения анкерной крепи. - М.: Недра. 1981.- 381с.

Рукопис подано до редакції 12.01.14

УДК 622.788.36

Ю.С. РУДЬ, д-р техн. наук, проф., В.Г. КУЧЕР, ст. научн. сотр.,

В.Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ САМООЧИСТКИ КОЛОСНИКОВОЙ РЕШЕТКИ СПЕКАТЕЛЬНЫХ ТЕЛЕЖЕК АГЛОМЕРАЦИОННЫХ МАШИН

Исследованы причины снижения живого сечения колосниковой решетки спекательных тележек агломерационных машин в процессе их эксплуатации. Предложен новый принцип и ряд технических решений по самоочистке колосниковой решетки, позволяющих исключить остановки агломерационных машин для очистки межколосниковых зазоров и увеличить живое сечение решетки не менее чем на 10%.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Агломерационное производство, начавшее свое развитие около 150 лет назад, получило широкое распространение в черной металлургии для окускования концентратов железных руд [1,2]. На агломерационных фабриках Украины эксплуатируются агломерационные машины с площадью спекания от 50 до 312 м² [3,4]. Агломерационная машина представляет собой непрерывно движущуюся по направляющим цепь спекательных тележек, образующих на верхней ветви машины рабочую часть, на колосниковую решетку которых специальным загрузочным устройством (как правило, это барабанный питатель) загружается агломерационная шихта для ее окускования методом спекания. На нижней ветви агломерационной машины ненагруженные тележки составляют ее холостую часть. На верхней ветви машины, которая расположена над вакуум-камерами, происходит процесс зажигания и спекания шихты. В головной части агломерационной машины производится загрузка железорудной шихты, в хвостовой части – разгрузка готового продукта - агломерата. Количество спекательных тележек агломерационной машины обуславливается технологией процесса, требуемой производительностью и зависит от необходимой площади спекания. Так, например, лента агломерационной машины площадью спекания 75 м² комплектуется из 80-ти тележек, площадь колосниковой решетки которых содержит около 10 тыс. штук колосников. Живое сечение колосникового поля тележек обычно составляет 8-12% от общей площади колосниковой решетки.

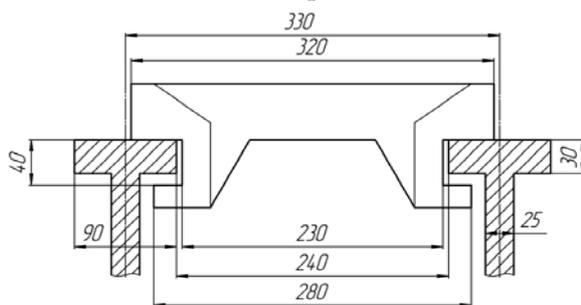


Рис. 1

Чертеж колосника со средними конструктивными параметрами показан на рис. 1.

В процессе промышленной эксплуатации живое сечение колосниковой решетки спекательных тележек снижается из-за забивки межколосниковых зазоров частицами шихты, агломерата или возврата, что приводит к снижению производительности агломерационной машины. С течением некоторого времени снижение про-

изводительности машины становится заметным и для восстановления заданного живого сечения колосниковой решетки требуется очистка межколосниковых зазоров решетки (обычно это делается вручную). Для этого требуется остановка агломерационной машины, что влечет за собой неизбежные потери производительности агрегата. В связи с этим решение вопроса самоочистки межколосниковых зазоров колосниковой решетки спекательных тележек имеет важное народнохозяйственное значение.

Постановка задачи. Цель работы - разработка новых принципов самоочистки межколосниковых зазоров колосниковой решетки спекательных тележек агломерационной машины, а также разработка конструкций колосников, реализующих предлагаемые методы. Эти конструкций колосников должны обеспечивать стабильность живого сечения колосниковой решетки и, соответственно, производительности агломерационной машины в процессе ее промышленной эксплуатации.

Анализ последних исследований и публикаций. Производительность агломерационной машины определяется вертикальной скоростью спекания железорудной шихты, загруженной на колосниковую решетку спекательных тележек, которая, в свою очередь, тем выше, чем больше газопроницаемость шихты [5, с. 15]. Газопроницаемость слоя шихты на колосниковой решетке спекательных тележек может быть вычислена по формуле Л.Р. Рамзина, предложенной им еще в 1928 г.

$$W = \sqrt[n]{\frac{\Delta P}{Ah}} \quad \text{или} \quad \Delta P = AhW^n, \quad (1)$$

где W - количество воздуха на 1 м² площади, м³/(м²с); ΔP - разрежение под колосниковой решеткой, мм вод.ст.; h - высота слоя шихты, мм; A и n - коэффициенты, величина которых зависит от размеров и частиц шихты [1, с. 44].

По данным В.Я. Миллера и Н.М. Бабушкина вертикальная скорость спекания V м/с пропорциональна газопроницаемости шихты, измеренной количеством воздуха, проходящего через 1 м² площади всасывания машины

$$V = aW_0^n, \quad (2)$$

где W_0 - газопроницаемость шихты, м³/(м²с); n - показатель, для обычной шихты близкий к единице; a - коэффициент, зависящий от качества шихты.

Так как на газопроницаемость шихты влияют многие факторы, ее определение расчетным путем весьма затруднительно. На практике газопроницаемость шихты определяется замером количества воздуха, проходящего в единицу времени через единицу площади спекаемого материала. В производственных условиях наблюдается практически линейная зависимость между количеством просасываемого через шихту воздуха и вертикальной скоростью спекания [6, с. 32.33].

Как видим из приведенных материалов, в них не учитывается тот факт, что между количеством просасываемого воздуха и величиной живого сечения колосниковой решетки существует функциональная зависимость.

Изложение материала и результаты. В большинстве трудов, посвященным теории и практике агломерации, приведены таблицы влияния ряда технологических факторов на показатели процесса окускования (см., например, [7, с. 115], [8, с. 49]). Таких факторов приводится от 10 до 16. Однако в этих трудах не рассматривается степень влияния живого сечения колосниковой решетки спекательных тележек агломерационной машины как одного их технологических факторов, на базе которого построен сам процесс окускования. Только в монографии, подготовленной под редакцией В.А. Мартыненко, работниками ЮГОКа (Кривой Рог) [9, с. 233] отдельным пунктом приведены данные, показывающие влияние живого сечения колосниковой решетки спекательных тележек на производительность агломерационной машины. Так уменьшение живого сечения колосниковой решетки на 1% от установленного 8-12% приводит к падению производительности на 0,5-0,7%. Обращаем внимание на выражение «уменьшение от установленного», подтверждающее утверждение исследователей в том, что в процессе работы живое сечение колосниковой решетки уменьшается по сравнению с исходным.

Живое сечение свободной решетки спекаемой тележки агломерационной машины F_k может быть оценено по формуле В.П. Жилкина и Д.Н. Доронина [3, с. 155]

$$F_{\dot{E}} = \frac{\Sigma F_C}{F_0} = \frac{1 - (l_i / l_E)}{1 - (b_E / \delta_E)}, \quad (3)$$

где F_3 , F_T - соответственно площадь зазоров между соседними колосниками решетки и общая площадь колосникового поля спекательной тележки, м²; l_K и l_{Π} - соответственно длина колосника и ширина крепежной полки подколосниковой балки спекательной тележки, м; b_K и δ_K - соответственно ширина колосника и ширина зазора между соседними колосниками, м.

В приведенной формуле числитель величина постоянная, так как и длина колосника, и ширина полки подколосниковой балки спекательной тележки величины постоянные. С учетом того, что величина b_K остается неизменной и обычно равной 6 мм (равна сумме толщин двух плоскопараллельных приливов головок колосников), следует, что с увеличением ширины колосника b_K живое сечение колосникового поля спекательной тележки уменьшается, а с уменьшением ширины колосника b_K - живое сечение увеличивается. При этом ширина зазора между соседними колосниками b_K остается неизменной. Попытки увеличить живое сечение колосниковой решетки спекательной тележки до 15% за счет уменьшения толщины колосника с 30 до 20 мм, не дали положительных результатов. Колосниковая решетка с такими параметрами при непродолжительной эксплуатации оказывается полностью забитой частицами шихты, агломерата и возврата. Вследствие этого был сделан вывод, что с уменьшением веса колосника на 1,5-2,0 кг он теряет подвижность и перестает самоочищаться. Соответственно, делается вывод, что оптимальный вес колосника, при котором обеспечивается самоочистка решетки спекательной тележки, равен 5-6 кг [2, с. 80]. Несмотря на то, что при этом наблюдается сокращение площади просасывания с 12 до 8% от всей площади спекания и увеличивается сопротивление просасываемым через слой шихты газов в 2,2 раза, на некоторых агломерационных фабриках идут на такое решение. В работе [9, с. 216] приводится информация об увеличении ширины колосников с 40 до 50 мм и их веса до 7 кг, при одновременном снижении площади живого сечения до 8%.

Авторы статьи считают неоправданными попытки добиться улучшения самоочистки колосниковой решетки спекательной тележки за счет увеличения веса колосников и их толщины. Такой путь решения проблемы в конечном счете приводит к потере производительности агломерационной машины.

Утверждение некоторых исследователей, например [4, с.315], [2, с. 60], о том, что укладка колосников в тележке с возможностью их перемещения друг относительно друга в горизонтальной плоскости на 5-10 мм обеспечивает самоочистку колосников, также не выдерживает критики. В горизонтальной плоскости расстояние между соседними колосниками обычно не превышает расчетную величину рабочего зазора b_K (равную 6 мм) не больше чем на 1-2 мм, так как в производственных условиях колосники уплотняются при помощи лома. Увеличение рабочих зазоров до 10 мм приводит к значительному росту потерь шихты с просыпью. Однако зазоры при этом по-прежнему забиваются более крупными частицами шихты или агломерата. При этом силы, способные сдвинуть колосники в горизонтальной плоскости друг относительно друга, отсутствуют.

Для того чтобы четко представить картину, как часто, почему и чем забиваются колосники, и как часто их надо очищать, рассмотрим процесс забивки (засорения) межколосниковых зазоров решетки. Этот процесс начинается с момента загрузки шихты на колосниковую решетку спекательной тележки, когда мелкие частички постели или фракция -5 мм окомкованой шихты проваливаются в рабочие зазоры между колосниками или застревают в зазорах. При перемещении спекательной тележки в зону горна шихта загорается с поверхности, а слой шихты попадает под действие вакуума (порядка 800-1200 мм вод.ст.), создаваемого под колосниковой решеткой. В результате этого слой шихты испытывает ударные нагрузки сжатия. Под действием этих нагрузок шихта уплотняется и прижимается к колосниковой решетке, вдавливая частички шихты в межколосниковые рабочие зазоры. В процессе спекания слоя шихты, при подходе зоны переувлажнения к колосниковой решетке, происходит резкое снижение газопроницаемости шихты из-за разрушения ее исходной структуры под действием конденсирующей влаги с последующей усадкой шихты и попаданием в зазоры части грязевидных частиц. Похожий с точки зрения забивки зазоров процесс происходит и тогда, когда к колосниковой решетке подходит зона горения топлива, температура которой достигает 1000-1300 °С. При этом возможно попадание расплава в рабочие межколосниковые зазоры. Под действием высоких температур ко-

лосники нагреваются до 400-500 °С и при подходе к зоне разгрузки машины остывают до 50-100 °С. Температурным расширением колосников можно пренебречь из-за их незначительной линейной величины по сравнению с величиной зазора между зевом колосников и полками подколосниковых балок, причем величина этого зазора может достигать 10 мм (см. рис. 1).

На рис. 2 показано положение колосников по отношению к подколосниковым балкам в разных точках перемещения спекательных тележек агломерационной машины при ее работе в процессе эксплуатации.

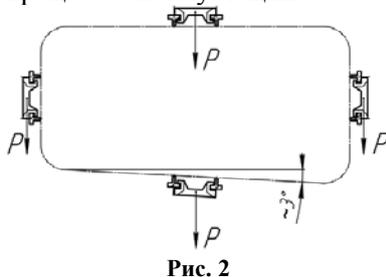


Рис. 2

Из рисунка ясно, что колосники перемещаются по отношению к полкам поперечных балок только под действием собственного веса – в момент перехода тележек с рабочей ветви агломерационной машины на ее холостую ветвь, и с холостой ветви – на рабочую ветвь. При переходе спекательных тележек с ветви та ветвь происходит их переворот на 180°. Следует отметить два момента принудительного перемещения колосников во время схода готового агломерата при его разгрузки с колосниковой решетки: во-первых, при наклоне спекательной тележки на 30-40° участок агломерата, находящийся на тележке, отламывается от общей массы и «съезжает» по поверхности решетки, перемещая колосники до упора в полку поперечной балки; при этом происходит впрессовывание мелких частичек агломерата в рабочие щели между колосниками; во-вторых, при переходе спекательных тележек с верхней ветви агломерационной машины на нижнюю ветвь, между ними предусматривается зазор от 150 до 350 мм, что приводит к соударению тележек и на колосники дополнительно действуют силы инерции, которые «вытряхивают» из рабочих зазоров слабо заклинившиеся частицы. В течении суток на агломерационных машинах площадью спекания 75 м² каждая тележка до 10 раз совершает круговое движение и каждый раз в большей или меньшей степени рабочие зазоры забиваются, и в какой-то мере, самоочищаются.

Однако, идеи самоочистки межколосниковых зазоров, заложенные в существующие конструкции колосником и состоящие в том, что при наличии зазоров колосники будут перемещаться друг относительно друга – не срабатывает. Причиной этого есть то, что все колосники, установленные на спекательных тележках, стандартные и отличаются друг от друга только лишь в пределах допусков, поэтому колосники перемещаются рядами поблочно. При этом большая часть заклинившихся в рабочих зазорах частиц остается там, и к моменту разгрузки агломерата с решетки рабочие щели остаются забитыми. Из-за этого величина живого сечения колосниковой решетки постепенно уменьшается, что приводит к падению производительности агломерационной машины, вынуждая технологический персонал останавливать машину для чистки забившихся зазоров.

Для повышения эффективности самоочистки колосниковой решетки спекательных тележек агломерационных машин необходима разработка таких конструкций колосников, которые основаны на совершенно новых принципах работы и не зависят от технологических параметров спекания, типа обрабатываемого сырья, его крупности, веса колосников и т.п.

Авторами статьи для самоочистка колосников спекательных тележек предложено использовать принцип самопроизвольного перемещение в вертикальной плоскости отдельных колосников по отношению к соседним колосникам ряда решетки. На этом принципе разработано несколько конструкций спекательных тележек агломерационных машин (см., например [10],[11],[12]), которые обеспечивают значительное повышение эффективности самоочистки

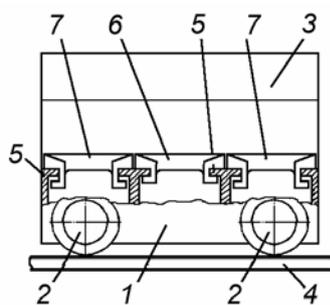


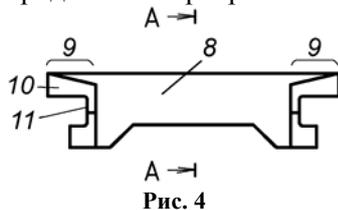
Рис. 3

колосниковой решетки, а, следовательно, и производительности агломерационных машин.

Рассмотрим пример использования принципа самопроизвольного перемещение в вертикальной плоскости отдельных колосников по отношению к соседним колосникам ряда решетки спекательной тележки в патенте [10]. Конструкция спекательной тележки агломерационной машины представляет собой раму 1, смонтированную на четырех роликовых опорах 2 и ограниченную с двух сторон бортами 3. и установлена на направляющих 4 (рис. 3).

Рама 1 имеет продольные ребра 5 с боковыми горизон-

тальными планками 6, на которых набирают колосниковую решетку из отдельных колосников 7. Каждый из колосников 7 (рис. 4) состоит из рабочей части 8 и двух головок 9 с прямолинейными приливами 10 и зевомы 11 для закрепления колосников 7 на боковых планках 6 между продольными ребрами 5 спекательной тележки 1.



Высота левого и правого зевов 11 колосников 7 одинакова, а глубина - разная и находятся в соотношении 1,1-1,2. Такое соотношение гарантирует разрушение заклиненных в рабочем зазоре частиц шихты или агломерата, размер которых равен сумме толщин приливов смежных колосников (обычно - 6 мм). Смежные колосники устанавливаются головками с одинаковой глубиной в разных направлениях, что гарантирует их перемещения относительно друг друга при переворачивании тележек на 180°.

В промышленных условиях, при расстоянии между продольными ребрами 5 тележки, равном 330 мм, длины колосников на разных агломерационных фабриках составляет 316 - 324 мм, а глубина зевов - от 40 до 45 мм. Выбранный диапазон соотношения глубины зевов 11 колосников 7 обеспечивает реализацию принципа самопроизвольного перемещение в вертикальной плоскости отдельных колосников по отношению к соседним колосникам и в то же время гарантирует надежность их крепления между продольными ребрами 5. Так как разница глубины зевов незначительная, что затрудняет их визуального распознавания в процессе монтажа, площадь приливов 10 одной из сторон колосника 7 выполняется на 20-30 % меньше площади приливов противоположной стороны колосника. Такое исполнение прилив упрощает монтаж и замену колосников 7 без ухудшения их технических характеристик.

Спекательную тележку конвейерной агломерационной машины с колосниковой решеткой, набранной из описанных выше колосников, устанавливают с помощью роликовых опор 2 на направляющие 4, которые замкнуты в бесконечную кинематическую ленту и состоят из рабочей (верхней) и холостой (нижней) ветвей.

Агломерационная машина со спекательными тележками предложенной конструкции работает следующим образом. Рама тележек 1 с помощью роликовых опор 2 непрерывно движется по направляющим 4, изменяя свое положение в пространстве. На рис. 3 показано положение тележки, когда она находится на рабочей (верхней) ветви агломерационной машины, а на рис. 5 показано положение тележки, когда она находится на холостой (нижней) ветви машины.

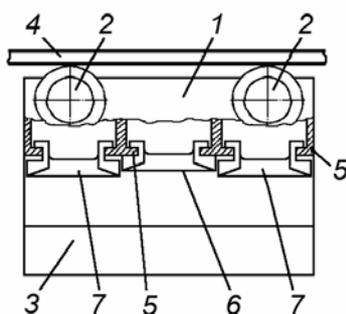


Рис. 5

Решетка тележки набрана между продольными балками 5 из колосников 7, смежные из которых установлены головками 9 с большей глубиной зева 11 в противоположных направлениях. В пространство между бортами тележки 3 на колосниковую решетку загружают окомкованную шихту с последующей ее технологической обработкой (спеканием) для превращения в агломерат. Спекание проводится за счет просасывание воздуха через слой шихты и технологические зазоры в решетке между смежными колосниками 7, от величины которых зависит производительность агломерационной машины.

При разгрузке готового агломерата с решетки, тележка находится на разгрузочной (ведомой) звездочке привода агломерационной машины, положение колосников, расположенных между продольными ребрами тележки, изменяется. Под действием слоя агломерата, который разгружается, и силы земного притяжения колосник перемещается вниз до упора внутренней частью зева передней (по ходу тележки) головки колосника. При этом осуществляется частичное разрушение заклиненных в рабочем зазоре частиц шихты или агломерата. При дальнейшем перемещении спекательных тележек они переворачиваются еще на 90°, что составит по отношению к положению, в котором они находились на рабочей ветви машины 180°. Под действием сил земного притяжения колосник дополнительно перемещается вертикально вниз до упора верхней частью зева 11 головки 10 колосника в полку продольной балки 5. При этом осуществляется дополнительное разрушение заклиненных в рабочем зазоре частиц шихты или агломерата. В перевернутом положении колосниковая решетка остается все время, пока он находится на холостой (нижней) ветви машины до момента перехода тележки на рабочую часть направ-

ляючих 4, где он займет вертикальное рабочее положение. Причем, смежные колосники 7 повторно переместятся друг относительно друга, удаляя из рабочего зазора остатки шахты или агломерата. В момент подъема тележки с холостой ветви машины колосники опираются внутренней частью зева задней (по ходу тележки) головки колосника 7.

Предложенная конструкция тележки агломерационной машины за счет повышения эффективности самоочистки колосников обеспечивает стабильность живого сечения колосниковой решетки в течение всего периода эксплуатации. Это обеспечивает стабильность производства агломерата без дополнительных затрат на периодическую очистку технологических зазоров. Кроме того, улучшение самоочищения колосниковой решетки дает возможность уменьшить толщину колосников не менее чем на 10 мм (с 50 до 40 мм), что может обеспечить дополнительное увеличение живого сечения колосниковой решетки на 20% и соответствующее увеличение производительности агломерационной машины.

Выводы. Заклинивание межколосниковых зазоров колосниковой решетки спекательных тележек агломерационных машин является неизбежным процессом и происходит периодически при каждом цикле их перемещения по направляющим, что приводит к постепенному уменьшению живого сечения. Поэтому рационально постоянно выполнять принудительную очистку или самоочистку колосниковой решетки после каждого цикла, когда процесс забивки только начинается. Существующие конструкции спекательных тележек и колосников по своей сути не могут обеспечить стабильное живое сечение решетки из-за их склонности к забиванию.

Авторы статьи предложили новые принципы самоочистки межколосниковых зазоров решетки спекательных тележек агломерационных машин и на их основе разработали технические решения, позволяющие за счет изменения конструкции тележек и колосников не только стабилизировать живое сечение колосниковой решетки в процессе работы, но и увеличить его не менее чем на 10%. Предложенные технические решения защищены патентами Украины.

Список литературы

1. Вегман В.Е. Теория и технология агломерации. - М.: Металлургия, 1974. - 222 с.
2. Мартыненко В.А. Агломерация. - М.: Металлургия, 1977. - 80 с.
3. Жилкин В.П., Доронин Д.Н. Производство агломерата. Технология, оборудование, автоматизация. - Екатеринбург: 2004. - 291 с.
4. Справочник агломератчика / А.Г. Астахов и др. - Киев: Техника, 1964. - 446 с.
5. Вегман В.Е., Пырихов А.Н., Жак А.Р. Интенсификация агломерационного процесса. - М.: Машиностроение, 1995. - 126 с.
6. Вегман Е.Ф. Окислование руд и концентратов. - М.: Металлургия, 1976. - 223 с.
7. Теория и практика управления агломерационным процессом / Новак С.Б. и др. - Кривой Рог: ЮГОК, 2006, - 316 с.

Рукопись поступила в редакцию 02.04.13

УДК 574.4 (477.6)

С.М. КІРІЄНКО, канд. біол. наук, Криворізький національний університет

ВПЛИВ СЕРЕДОВИЩЕТВІРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ССАВЦІВ НА АКТИВНІСТЬ УРЕАЗИ В ҐРУНТАХ ВІДВАЛІВ КРИВОРІЖЖЯ

Досліджувався вплив середовищетвірної діяльності ссавців на біологічну активність ґрунтів біогеоценозів балок і техногенних ґрунтів ділянок відвалів гірничорудної промисловості Криворіжжя. Пізнання ролі ссавців у прискоренні проходження елементарних ґрунтових процесів, а саме відновлення ферментативної активності ґрунту є важливим фактором відновлення біогеоценозичних процесів на ділянках відвалів.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Одним з діагностичних показників біологічної активності ґрунту, вважається його ферментативна активність. Хоча ферментативна активність є показником потенційної спроможності проходження тих чи інших процесів, але за її величиною можна відслідкувати спрямованість ґрунтових процесів. Біохімічна активність ґрунту відображає процеси відновлення властивостей ґрунтів та вплив на процеси ґрунтоутворення на відвальних ділянках [2,6,10].

Біологічна активність ґрунту значною мірою відображає процеси деструкції органічних ре-