

УДК 622. 3.078.4

Каганюк А.К., Полищук Н.Н. Самарчук В.Ф., Гринюк С.В.
Луцкий национальный технический университет.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ КАК ОБЪЕКТОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В ПРОФИЛЕ ПЛАСТА.

Каганюк А.К., Полищук Н.Н., Самарчук В.Ф., Гринюк С.В. Конструктивные особенности угледобывающих машин и комплексов и их классификация как объектов автоматического управления в профиле пласта. Одним из основных путей повышения производительности труда и интенсификация процесса добычи угля, а также повышение безопасности труда на самых опасных объектах, которым является добычной забой, есть автоматизация производственных и технологических процессов в условиях безлюдной выемки угля. Данная задача выдвигает новые требования как формированию так и по созданию абсолютно новых систем автоматического управления такими сложными процессами, как управление угледобывающими комбайнами так и добычными комплексами.

Ключевые слова: Система автоматического управления, безлюдная выемка угля.

Каганюк О.К., Полищук М.М., Самарчук В.Ф., Гринюк С.В. Конструктивні особливості вугільно видобувних машин та комплексів і їх класифікація як об'єктів автоматичного управління в площині вугільного пласта. Одним із основних шляхів підвищення продуктивності праці на самих безпечних об'єктах, яким є вугільно видобувний забой, є автоматизація як виробничих так і технологічних процесів в умовах безлюдної добичі вугілля. Дана задача висуває нові вимоги що до формуванню так і по створенню абсолютно нових систем автоматичного управління вугільно видобувними комбайном так і вугільно видобувними комплексами.

Ключові слова: Система автоматичного управління, безлюдна виїмка вугілля.

Kaganjuk A.K., Polischuk N.N, Samarchuk V.F., Grynjuk S.V. Design features of coal mining machines and complexes and their classification as objects of automatic control in the formation profile. One of the main ways to increase labor productivity and intensify the process of coal mining, as well as increase labor safety at the most dangerous objects, which is a mining slaughter, is the automation of production and technological processes in a deserted coal mining. This task puts forward new requirements for the formation and creation of completely new systems of automatic control of such complex processes as management of coal mining combines and production complexes.

Keywords: Automatic control system, unmanned coal mining.

Одним из основных путей повышения производительности труда и интенсификация добычи угля есть автоматизация угледобывающих комбайнов и добычных комплексов, которые интегрируются в единую систему. Новые технологии добычи, выдвигают внедрение промышленных роботов. и манипуляторов для условий безлюдной выемки угля. Поэтому, повышение производительности и безопасности труда рабочего очистного забоя весьма **актуально** для данной отрасли науки.

В настоящее время на мировом и отечественном рынках горно-шахтного оборудования имеется устойчивый спрос на технику и технологию для добычи угля. Более того данный спрос имеет тенденцию роста ввиду того, что горные предприятия месторождений с более или менее благоприятными условиями залегания угольных пластов значительно увеличили глубину добычи, которая, в настоящее время, поставила определенный предел достигнутому уровню горной технологии добычи полезных ископаемых. В условия глубин более 1 км, повышенной газообильной, опасности внезапных выбросов угля и породы, значительного тепловыделения все труднее обеспечивать приемлемую цену горного сырья и достаточный уровень безопасности ведения горных работ.

Явно обозначился предел возможностей современных технологий угледобычи на глубинах более 1 км. Кроме того, практически все горные предприятия Украины с указанными выше условиями залегания угольных пластов находятся в государственном секторе и не получают эффективной поддержки в решении своих технологических задач. Фактически ее нет, так как НИОКР (научно-исследовательские и опытно – конструкторские работы) данного направления были прекращены с середины 90 – х годов прошлого века. Однако, в настоящее время ситуация на рынке горношахтного оборудования изменилась в сторону повышения интереса горного оборудования для добычи угля на наклонных и круто наклонных угольных пластах. Особенно это стало **актуальным** для некоторых перспективных зарубежных рынков.

Все это в целом, определило возвращение к утраченному ранее интересу к горным работам. Это касается практически всех диапазонов мощностей пластовых месторождений, в том числе угольных

В настоящее время, разработано и применяется в промышленности, более тридцати различных комплексов и около шестидесяти различных типов угледобывающих комбайнов. Поэтому, для решения поставленной задачи, по созданию систем автоматического управления, когда выдвигаются требования по повышению безопасного ведения добычных работ в сложных горно – геологических условиях, является весьма **актуальной** на данный момент [1]. При таком разнообразии угледобывающих комбайнов и добычных комплексов, необходимо провести классификацию по наиболее типичным признакам, которые характеризуют их как объекты автоматического управления [2,3].

Основные параметры современных угледобывающих комбайнов и комплексов представлены как в литературных [4, 5, 6], так и электронных источниках [7].

Угледобывающие комплексы формируются из отдельных механизмов, объединённых в одну технологическую цепочку.

Рассмотрим конструктивные особенности этих механизмов, а также связи между ними.

Угледобывающие машины (комбайны добычные и нарезные, шнеко-буровые установки) можно подразделить по способам и схеме работы, по типу опор, по способам управления положением рабочих органов, по количеству и типам рабочих органов, по расположению их на машине, по типу погрузочных элементов, по расположению механизмов подачи и т.д.

Основными классификационными признаками для угледобывающих комбайнов является способ и схема их работы, так как она характеризует функциональную связь «рабочий орган – опорная поверхность почвы пласта – опоры комбайна – корпус – рабочий орган», определяющую положение добычного комбайна в профиле пласта (рис. 1).

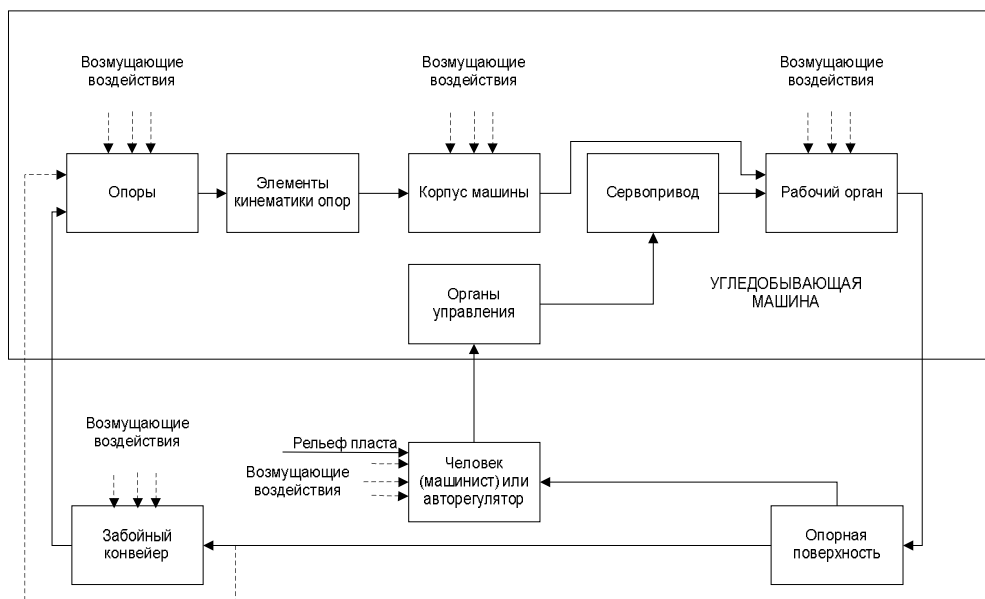


Рис 1.- Схема функциональных связей угледобывающих машин в профиле пласта

Рабочий орган добычного комбайна, в процессе его работы, подготавливает поверхность почвы пласта, по которой затем перемещаются опоры самого комбайна, положение которых определяет, в свою очередь, положение рабочего органа. Указанная функциональная связь для угледобывающего комбайна, как объекта автоматического управления, является обратной связью по положению рабочего органа. Вид этой связи определяет устойчивость объекта при его движении по пласту. При этом поверхность кровли пласта не оказывает влияние на положение угледобывающего комбайна. Поэтому основное внимание будет уделено управлению движением угледобывающего комбайна относительно почвы пласта.

По способам работы угледобывающие комбайны можно разделить на работающие в лоб уступа и в лоб забоя. По первому способу работают все добычные комбайны, а по второму – нарезные комбайны и шнеко – буровые установки.

Угледобывающие комбайны по схеме работы можно подразделить на четыре группы:

- угледобывающие комбайны, перемещающиеся по ставу забойного конвейера;
- по почве пласта;

- по забойному конвейеру с опорой на почву пласта;
- по почве пласта с опорой на забойный конвейер.

Одной из самых представительных групп являются угледобывающие комбайны, перемещающиеся по ставу забойного конвейера. Особенность угледобывающих комбайнов этой группы такова, что их рабочие органы и опоры располагаются на разных машинных дорогах. При этом положение рабочего органа и образованная поверхность машинной дороги в данном добычном цикле не оказывают влияния на положение опор угледобывающего комбайна. Это влияние скажется лишь только через цикл. Причём, форма предыдущей машинной дороги оказывает опосредствованное влияние (через раштачный став забойного конвейера) на положение опор угледобывающего комбайна благодаря аппроксимирующему действию рештаков забойного конвейера. Секции забойного конвейера, имея определённую длину, сглаживают неровности машинной дороги. Угледобывающие комбайны, которые перемещаются по почве пласта, в основном используются на крутонаклонных пластах. Опоры таких угледобывающих комбайнов могут располагаться как на предыдущих машинных дорогах, так и по вновь подготавливаемой. Если опоры угледобывающего комбайна расположены на предыдущей машинной дороге, то связь «рабочий орган – почва – опоры» в данном цикле является разомкнутой. Эта подгруппа угледобывающих комбайнов близка к первой группе и, рельеф почвы пласта, в данном случае, непосредственно влияет на положение опор угледобывающего комбайна.

При расположении опор угледобывающего комбайна как на подготавливаемой, так и на предыдущей машинных дорогах, связь «рабочий орган – почва – забойные опоры» в данном цикле является замкнутой. В этом случае положение рабочего органа определяется формой формируемых машинных дорог, как подготавливаемой, так и предыдущей.

При расположении же опор угледобывающего комбайна на подготавливаемой машинной дороге связь «рабочий орган – почва – опоры» является замкнутой в данном цикле. Угледобывающие комбайны рассматриваемой группы могут опираться на почву пласта как специально оборудованными опорами, так и своим корпусом. Угледобывающие комбайны, работающие с рамы забойного конвейера и опорой на почву пласта, отличаются от угледобывающих комбайнов первой группы наличием стабилизирующих гидродомкратов, опирающихся на почву пласта. Стабилизирующие гидродомкраты не влияют на замыкание связи «рабочий орган – почва – опоры», но способствуют увеличению устойчивости комбайна.

У угледобывающих комбайнов, перемещающихся по почве пласта с опорой на забойный конвейер, забойные опоры комбайна, как правило, расположены на вновь подготавливаемой машинной дороге, а завальные – на предыдущей. При этом связь «рабочий орган – почва – забойные опоры» замкнута в данном цикле, а связь «рабочий орган – почва – завальные опоры» – замыкаются лишь через цикл и только через раштачный став забойного конвейера.

Угледобывающие комбайны, работающие в лоб забоя, перемещаются по почве пласта по вновь подготавливаемой дороге вслед за рабочим органом. Связь «рабочий орган – почва – опоры» постоянно замкнута. Здесь можно выделить две подгруппы угледобывающих комбайнов: с опорами, расположенными по оси симметрии комбайна, и с опорами, расположенными по бокам комбайна. К первой подгруппе относятся шнеко - буровые установки, а ко второй – нарезные комбайны. Все они подобны угледобывающим комбайнам, работающим в лоб уступа забоя и перемещающиеся по почве пласта. Таким образом, по способам и схеме работы угледобывающие комбайны, как объекты автоматического управления могут быть разделены на три специфические группы:

- угледобывающие комбайны, перемещающиеся по ставу забойного конвейера;
- угледобывающие комбайны, перемещающиеся по почве пласта и с опорой на забойный конвейер;
- угледобывающие комбайны, перемещающиеся по почве пласта.

Классификационная схема угледобывающих комбайнов приведены на рис. 2.

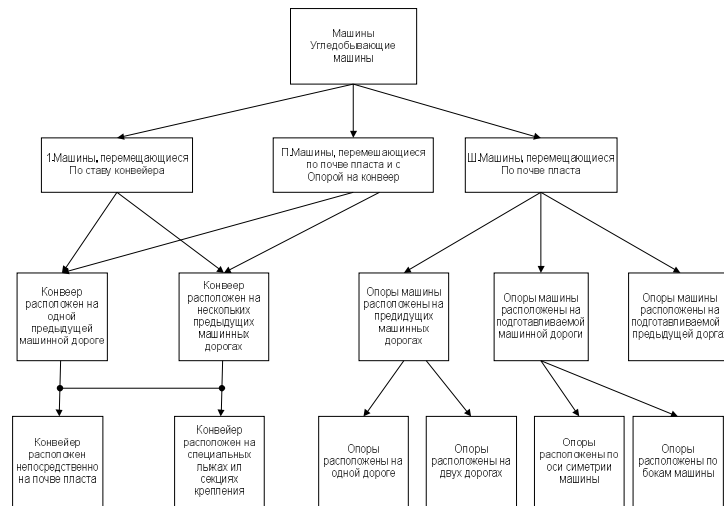


Рис. 2 – Класифікаційна схема угледобуваючих комбайнів як об'єкти управління

В кожній із цих груп ступінь впливу почви пласта а також опор угледобуваючого комбайна на положення його робочого органу визначається типом опор, їх кінематическою зв'язкою як с корпусом угледобуваючого комбайна, забойним конвеєром, так і опор між собою. На рис.3. представлена класифікаційна схема угледобуваючих комбайнів по указанному вище признаку.

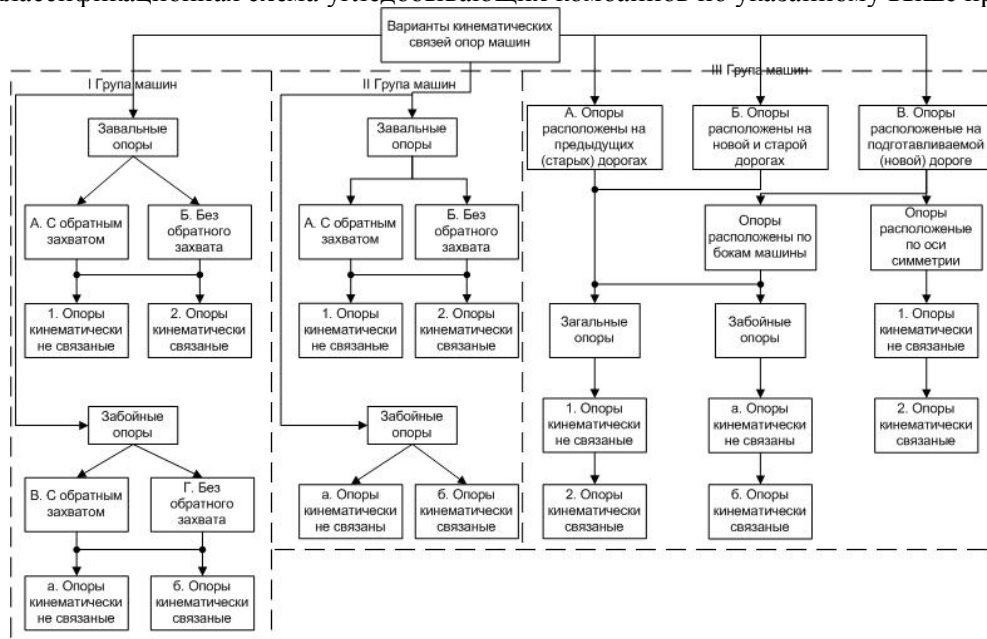


Рис. 3 – Класифікаційна схема угледобуваючих комбайнів по типу кінематических опор.

По типу опор можна виділити угледобуваючі комбайни с опорними поверхностями значительних розмірів по сравнению с розмірами їх корпусу (комбайни для розробки круто – наклонних пластів, комбайни на гусеничному ході) і с опорами незначительних розмірів (більшість комбайнів).

В першому випадку ступінь впливу нерівностей почви на положення опори невелика і носить неопределений характер из-за того, що такі опори можуть соприкастаться с почвою во многих точках. Во другому ж випадку ступінь впливу нерівностей почви на положення опори значительно і більш определено. Эта ступінь впливу возрастает при уменьшении розмірів опори. В дальнішому, при характеристике взаємодії опори с почвою, будемо користуватися терміном «ефект опор».

Опори угледобуваючого комбайна, переміщується по ставу забойного конвеєра, можуть бути обладнані спеціальними захоптами (обратними захоптами), увеличивающими механіческою їх устійчивость на забойном конвеєрі, так і без захоптів, опори котрого можуть

отрываться от забойного конвейера. В зависимости от наличия или отсутствия гидравлических или механических связей между опорами угледобывающего комбайна, можно выделить опоры кинематические несвязанные или кинематические связанные.

В первом случае опоры или их гидродомкраты при отсутствии управляющих воздействий «заперты» в определённом положении и неподвижны относительно корпуса машины. Во втором случае, благодаря кинематической связи, корпус комбайна даже при отсутствии управляющих воздействий может перемещаться относительно опор под действием возмущений.

На рис.3 не упомянута кинематическая связь передних и задних опор угледобывающего комбайна. Как будет следовать из следующего рассмотрения, кинематическую связь рационально иметь в направлении, совпадающем с движением угледобывающего комбайна, так как такая связь ослабляет влияние формы опорной поверхности на линейные координаты точек рабочего органа в вертикальной плоскости. Связь между собой только передних или только задних опор, способны ослаблять упомянутое влияние, в основном, на угловые координаты точек рабочего органа, а, следовательно, не оказывает решающего влияния на характер движения угледобывающего комбайна.

Следующим важным звеном функциональной связи является связь корпус «угледобывающий комбайн – рабочий орган», т.е. способ управления положением рабочего органа в профиле пласта (рис.4).

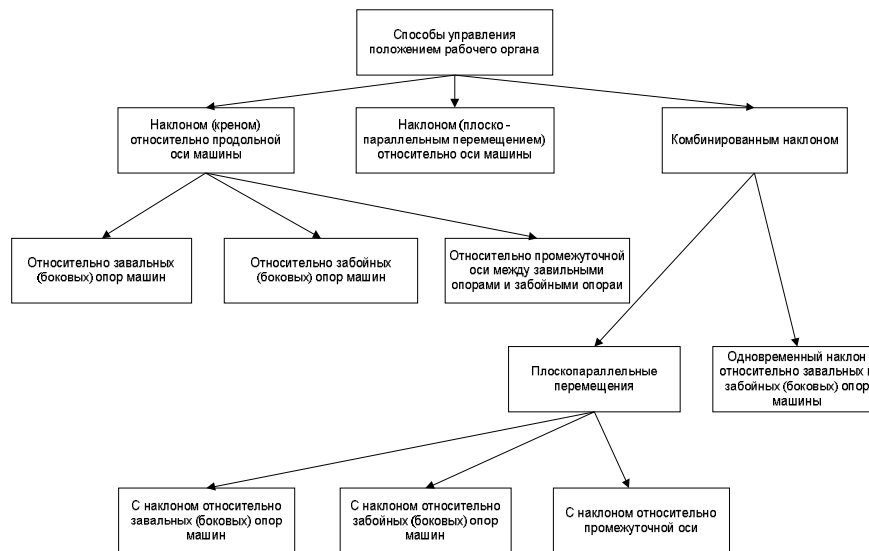


Рис. 4 – классификационная схема способа управления положением рабочих органов угледобывающего комбайна

Наибольшее распространение получил способ управления наклоном относительно поперечной оси машины. При этом рабочие органы, жестко связанные с корпусом угледобывающего комбайна, регулируются при помощи двух или четырёх гидродомкратов, управляемых одновременно (например, комбайны 2К-52, БК-4, 1К-101, УКН и др.), рабочие же органы, расположенные на консолях, могут регулироваться относительно корпуса угледобывающей машины вместе с консолью (например, комбайны 1К-101, 2К-52, КШ-68, ПУ-5 и др.).

Такое управление позволяют изменять лишь вертикальное положение рабочего органа. При этом на почве и кровле пласта могут образоваться значительные по высоте уступы, являющиеся существенным препятствием при передвижке машины и всего комплекса на подготавливаемую машинную дорогу [8]. В связи с повышением требований к качеству подготавливаемой машинной дороги, для последующего по ней следования машины, конвейера и крепи начало широко применяться управление наклоном, относительно продольной оси машины и комбинированное управление. Управление наклоном относительно продольной оси осуществляется гидродомкратами, воздействующими на рабочий орган через корпус угледобывающего комбайна (например, МК-67, КА-70, ПУ-5, РКУ –13, РКУ – 16 Универсал-70 1ГШ .- 68 и т.д.). Такое управление позволяет одновременно изменять как угловое, так и вертикальное положение рабочего органа, но в жёсткой их взаимосвязи. При этом на почве пласта образуется незначительные по высоте уступы, не препятствующие перемещению машины и всего комплекса.

В отличие от первых двух способов, комбинированное управление позволяет одновременно и независимо изменять как угловое, так и вертикальное положение рабочего органа угледобывающего комбайна. Благодаря этому создаётся возможность полной компенсации возмущающих воздействий, вызывающих угловое и вертикальное отклонения рабочего органа на данном добычном цикле

Комбинированное управление, обеспечивается сочетанием двух первых способов в любой комбинации:

- плоско-параллельное перемещение рабочего органа смещение с наклоном относительно завальных опор (комбайн, КП-1КГ, КШ-3М и др.),
- с наклоном относительно забойных опор (комбайны ПУ-5, ВДW-L, КДW-170L, ВДW-170LN 1ГШ – 68 и др.),
- с наклоном относительно промежуточной оси и одновременный наклон относительно завальных и забойных опор машины (комбайны К-2, 2УК, ВНК-1А, К-102, БК-101, 1К-58М и др.).

Способ управления положением рабочего органа значительно влияет на структуру систем автоматического управления в профиле пласта, так как он определяет возможность комбайна по компенсации влияния возмущающих воздействий, изменяющих положение угледобывающего комбайна.

Существенное влияние на построение системы автоматического управления угледобывающего комбайна в профиле пласта существенное влияние оказывают место расположения как чувствительных элементов системы, так и тип рабочих органов, и их количество на комбайне.

На рис. 5 приведена классификационная схема угледобывающих комбайнов по указанному признаку.

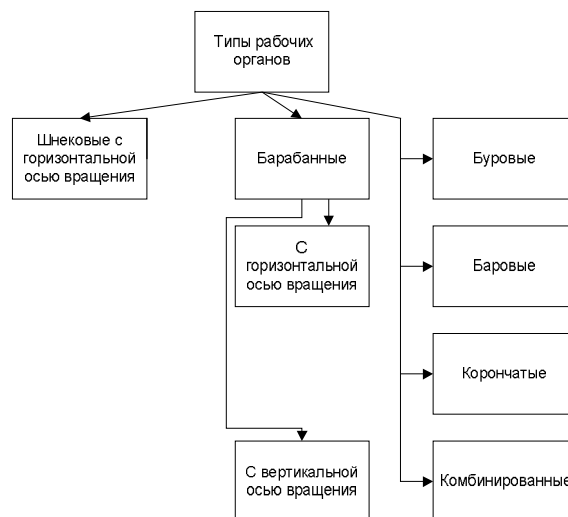


Рис. 5 – Классификационная схема угледобывающих комбайнов по типам рабочих органов

Наибольшее распространение, как в нашей стране, так и за рубежом получили шнековые машины, имеющие от одного до четырёх шнеков.

Одношнековые угледобывающие комбайны (Урал-2м, В.Л.Д., Маскам, А.В.10-12, ВW-L, КWH, KSV – 33 и др.) отличаются тем, что забой у почвы и кровли пласта оформляется одновременно (В. Л.Д., Маскам, А.В. 10-12) или качанием шнека по всей мощности пласта (Урал -2М, ВW-L, КWH, RSV – 33). При этом в первом случае положение рабочего органа может регулироваться либо относительно почвы, либо кровли пласта. Двух шнековые – (1К-101, 2К-52, КА-1КГ, КА-3М, К-102, 1ГШ – 68, РКУ – 13, РКУ – 16 и т.д., ВД W-L, ВД W-170, ВД W-170LN, КWB-3RD), трёх шнековые – (1К-58М) и четырёх шнековые – (ПУ-5, Карбон и др.) машины позволяют осуществлять раздельное и одновременное управление шнеками как относительно почвы, так и кровли пласта.

Шнековые органы с горизонтальной осью вращения, благодаря линейному контакту с почвой (кровлей) пласта, позволяют быстро изменить их положение и более точно воспроизвести рельеф пласта. Угледобывающие комбайны, которые оборудованы рабочими органами барабанного типа с горизонтальной осью вращения, в настоящее время применяются на круто наклонных пластах и широкого распространения не получили из-за их специфических недостатков: большой выход мелких

сортов угля, низкая погрузочная способность. Угледобывающие комбайны с вертикальными барабанами получили в настоящее время преимущественное распространение на пластах тонких и средних мощности: это однобарабанные угледобывающие комбайны МК-67, А-69 и двух барабанные – КА-70, КА – 80, 2УК, Универсал-90. Исключение составляют комбайны Караганда-2 и Карбон, которые предназначены для разработки мощных пластов. Все эти комбайны также позволяют осуществлять раздельное и одновременное управление барабанами как у почвы, так и кровли пласта. Однако, из-за плоскостного контакта их положение возможно только при движении комбайна, т.е. при прохождении определённого отрезка пути, что ограничивает быстродействие системы управления и точности воспроизведения рельефа.

К буровым угледобывающим машинам отнесены те, у которых основную массу угля скалывает рабочий орган, состоящий из буровых коронок (комбайн БК-101, БК-52, 2КЦТГ, БК-4, БКТ, Топанер А.В.). В таких машинах оформление забоя у почвы (кровли) пласта осуществляется вспомогательными рабочими органами: подрезными, отбойными дисками и штангами, кольцевой режущей цепью, вертикальными барабанами. Основной особенностью буровых машин является ограниченная их подвижность в профиле пласта, связанная с тем, что буровые коронки, образуя кольцевой вруб, могут перемещаться только в пределах зазоров между врубом и коронкой. Это значительно затрудняет управление такими машинами и ограничивает область их применения на пластах со спокойной гипсометрией залегания угольного пласта. К буровым угледобывающим комбайнам можно отнести нарезные комбайны типа КН-2Б, а также, которые сняты с производства, широкозахватные комбайны типа «Донбасс» и «Кировец». На современных угледобывающих комбайнах буровые рабочие органы применяются в сочетании с другими типами. Корончатые рабочие органы применяются в основном на проходческих комбайнах, а на добычных – лишь в сложных горно – геологических условиях, где требуется раздельная выемка угля и породы (комбайн К-56М). Среди угледобывающих комбайнов с комбинированными рабочими органами можно выделить бурошнековые комбайны (БШ-1) и установки (БУГ-2), получившие распространение при разработке тонких пластов заходами со стороны штрека. Бурошнековые угледобывающие комбайны обладают таким же недостатком, что и буровые. Однако, этот недостаток компенсируется наличием раздельного управления рабочими органами относительно кровли и почвы пласта. Бурошнековые установки также характеризуются ограниченной подвижностью, связанной с влиянием связей между наращиваемыми секциями конвейера. К угледобывающим комбайнам с комбинированным управлением рабочими органами, относятся также комбайны типа БНК-1А и нарезного типа – КН-3. Первый из них имеет два режущих органа: горизонтальный плоский изогнутый бар и отбойную штангу, второй – два качающихся вертикальных бара с двумя буровыми коронками. Горизонтальные плоские бары, как и буровые коронки, имеют ограниченную подвижность относительно образующей ими врубовой цепи, что является их основным недостатком. Таким образом, тип рабочего органа определяет способность машины подчиняться управлению, что следует учитывать при разработке систем автоматического управления. Так как наибольшее распространение получили шнековые и барабанные рабочие органы, то основное внимание будет уделено машинам именно с такими конструктивными особенностями. При рассмотрении угледобывающих комбайнов как объектов автоматического управления, следует учитывать также расположение рабочего органа, который в технологической цепочке определяет степень влияния опор на его положение, а также построение самой структуры системы автоматического управления. По рис. 6, приведена классификационная схема угледобывающих комбайнов по расположению на них рабочих органов.

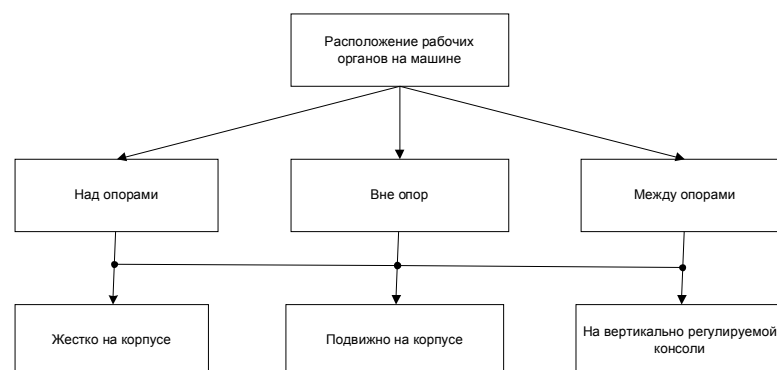


Рис. 6 – Классификационная схема угледобывающих комбайнов по расположению рабочих органов

Рабочие органы, работающие у почвы пласта, могут крепиться жёстко к корпусу угледобывающего комбайна и регулироваться непосредственно вместе с угледобывающим комбайном или подвижно относительно её корпуса на вертикально регулируемом консольном редукторе. В последнем случае рабочий орган имеет большую свободу и диапазон перемещений.

Однако степень влияния опор на положение рабочего органа определяется его расположением относительно опор добычного комбайна.

Здесь можно выделить три возможных схемы расположения рабочего органа:

- 1) непосредственно над опорами на корпусе машины (БК-101, 2К-52, ПУ-5 и др.),
- 2) вне опор жёстко на корпусе (2КЦТГ, БК-4, 2УК, КН-2Б, Кн-3, ІУ-70, КА-70 и др.) и на консоли (ККШ-ЗШ, ПУ-5 1К – 101, КШ – 1КГ, ІГШ –68 и др.),
- 3) между опорами жёстко на корпусе (МК-67, К-2, ВНК-1А и др.) и на консоли (КШ-1КГ, Кш-ЗШ, 1К – 101, К-56М и др.).

При расположении рабочего органа над опорами, обеспечиваются точное воспроизведение профиля почвы пласта, по которой перемещаются указанные опоры. В остальных случаях копирования профиля почвы пласта, находящегося под опорами, не обеспечивается [9]. Это следует учитывать при выборе минимального необходимого диапазона регулирования положения рабочего органа. Рабочие органы, работающие у кровли пласта, могут крепиться на корпусе, как неподвижно относительно него, а также и на вертикально регулируемой консоли редуктора. Здесь при выборе диапазона регулирования положения рабочего органа влияние опор можно не учитывать, так как это влияние мало по сравнению с изменениями мощности пласта, которые и определяют этот диапазон.

Следует также отметить такие конструктивные особенности, которые оказывают косвенное влияние на положение угледобывающих машин в профиле пласта.

На положение опор добычного комбайна, относительно почвы пласта, существенное влияние оказывает качество зачистки машинной дороги. Для зачистки машинной дороги, в добычных комбайнах используются погрузочные органы, а в некоторых случаях эту функцию выполняет рабочий орган (рис. 7).



Рис. 7 – Классификационная схема угледобывающих комбайнов по типам погрузочных органов

Наиболее качественную зачистку осуществляют погрузочные органы активного типа с индивидуальными приводами (комбайны К-2, КЦТГ, К-56М).

В угледобывающих комбайнах со шнековыми, барабанными и буровыми рабочими органами зачистка угля осуществляется самими режущими органами и пассивными погрузочными элементами: лемехами, щитками и течками, направляющими уголь из забоя на конвейер. Причём, пассивные погрузочные элементы могут быть управляемыми и неуправляемыми. Наличие управляемых погрузочных элементов позволяет автоматизировать концевые операции при челноковой работе угледобывающего комбайна и тем самым повысить эффект, получаемый при дальнейшей автоматизации.

По типу механизма подачи можно выделить машины с встроенными и вынесенными механизмами подачи. Применение вынесенных механизмов подачи способствует уменьшению

габаритов добычных комбайнов и как следствие, уменьшению степени влияния опор на положение рабочего органа.

Рассмотрим теперь основные конструктивные особенности забойных конвейеров.

Забойные конвейеры являются неотъемлемым звеном угледобывающих комбайнов I и II групп, как объектов автоматического управления, так как определяют степень влияния поверхности почвы на опоры добычного комбайна. В соответствии с этим забойные конвейеры можно подразделить (рис. 8) на конвейеры, решетки которых располагается непосредственно на почве пласта, на специальных лыжах, имеющих значительные размеры, так и на основаниях секции крепи.

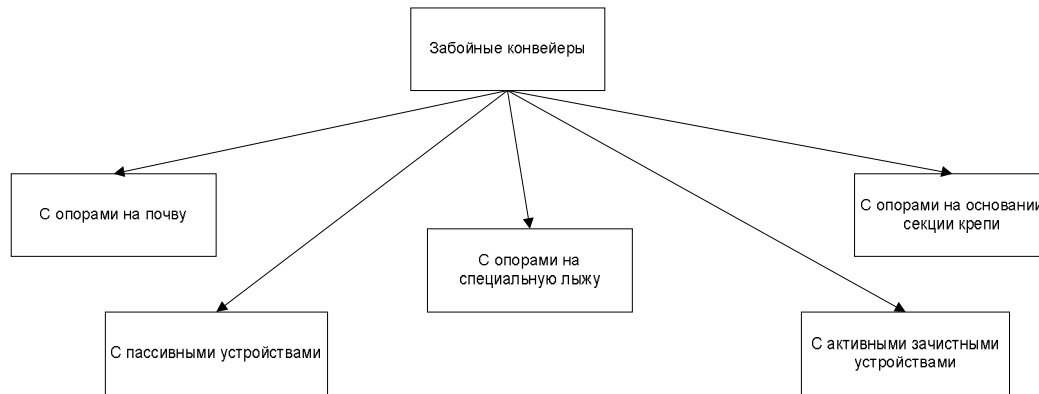


Рис. 8 – Классификационная схема забойных конвейеров

В первом случае степень влияния формы почвы на положение конвейера более значительна и определена, чем во втором. При расположении же на основных секциях крепи положение забойного конвейера определяется положением секции крепи.

Степень влияния формы почвы пласта на положение забойного конвейера определяется размерами его решеток, гибкостью его става в вертикальной и горизонтальной плоскостях, качеством зачистки машинной дороги.

Для зачистки машинной дороги от штыба и угля забойные конвейеры оборудуются зачистными элементами пассивного и активного типов (рис. 8). В отечественной практике получили распространение лишь пассивные зачистные элементы, погрузочные лемеха, это забойные конвейеры – (СП – 64, СП – 68, СПН – 87, СКТ – 64 и др.) которые позволяют добиться удовлетворительной зачистки машинной дороги.

Для более эффективной зачистки забойным конвейером штыба и погрузки угля, за рубежом начали применяться активные зачистные элементы (например, ER – 3 фирмы «Эйкофф»), состоящие из профилированных башмаков, закрепленных с забойной стороны на бесконечной цепи, совершающей возвратно-поступательное движение.

Составным элементом угледобывающего комплекса является гидрофицированная крепь, которая не связана непосредственно с угледобывающим комбайном, но косвенно оказывает влияние на её положение. В зависимости от связи с забойным конвейером, призабойные крепи можно разделить на две группы, определяемые характером и расположением связей между основными элементами конструкции в процессе передвижения всего комплекса (рис. 9). Это агрегатные и комплексные крепи.

Агрегатные крепи характеризуются наличием взаимных связей секций крепи непосредственно друг с другом, через став забойного конвейера или специальную базовую конструкцию.

Комплектные крепи не имеют каких-либо связей между компонентами крепи и конвейером. Такие крепи совершенно не оказывают влияния на положение угледобывающего комбайна (крепь типа МК – 97, «Шварц» и т.д.). Тип связи агрегатной крепи с забойным конвейером определяет степень влияния положения крепи на положение конвейера. Можно выделить три типа такой кинематической связи: шарнирную, балансирную и гибкую. Причём, степень влияния тем больше, чем меньшую свободу забойному конвейеру может обеспечить его кинематическая связь с крепью.

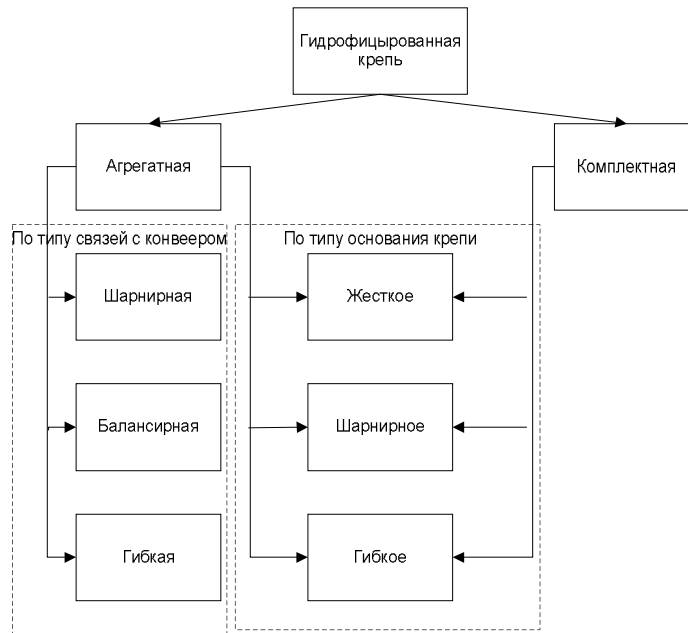


Рис. 9 – Класифікаційна схема гідрофіцированих крєпєй

Шарнирна зв'язь крєпи з забойним конвеєром відрізняється своєю простотою (крєпи типу М – 87ДЭ, М – 10, «Вестфания» і др.). Така зв'язь забезпечує лише дві ступені свободи конвеєру: невеликі вертикальні переміщення і поворот відносно його продольної осі. Балансирна зв'язь крєпи з забойним конвеєром характеризується наявністю від 2-х до 4-х шарнирів. Благодаря чому конвеєру забезпечуються три ступені свободи: значительне вертикальні і горизонтальні переміщення і поворот відносно продольної осі. Така зв'язь отримала переважне поширення (крєпи типу М – 101, Донбасс, КТУ – 3М, МК – 2, крєпи Англії, Вангайм, і др.).

Гибкая зв'язь крєпи з забойним конвеєром забезпечує, як мінімум, чотири ступені свободи: значительне вертикальне і горизонтальне переміщення, поворот відносно продольної і поперечної осей конвеєра (крєпи типу «Руфшастер – 1С», Даути – 6-ти стоечная, Ферромат різної комплектації і др.). На вказаних вище зв'язях следовало б віддати перевагу балансирній, дозволяючій пренебегать впливом крєпи на положення забойного конвеєра і забезпечувати прямолинійність передвиження всього комплексу. Степень впливу крєпи на положення забойного конвеєра визначається також конструкцією основи її секцій, положення котрих в свою чергу визначається поверхністю ґрунту.

По конструкції основ, можна виділити крєпи, секції котрих мають жєсткое, шарнирное або гибкое основание. Жесткое основание (крєпи типу М – 100, М – 101, М – 87ДВ, КТУ – 88, Даути, Добсон, «Руфшастер – 1С» і др.) представляють собою сварні рамні конструкції великих габаритів. Така секція не може слідувати за нерівностями ґрунту, из-за чого її вплив на положення забойного конвеєра, при наявності шарнирно зв'язи, може бути достатньо сильним. Шарнирное основание (из отечественных крєпєй має тільки «Донбасс», зарубєжні крєпи типу Галлик Симан, Хаски, Даути – шестистоечная і др.) складається з окремих жєстких частин, зв'язаних між собою шарнирно. Така секція може краще слідувати за нерівностями ґрунту, благодаря чому її вплив на положення забойного конвеєра навіть при наявності шарнирно зв'язи буде менше сказуватися, чим в предыдущем случає. Гибкое основание (тільки в зарубєжних крєпєх типу Гоуп – Пост, Вестфелій – чотирьох стоечная) складається з окремих жєстких частин, зв'язаних між собою ресорами. Така секція найкращим образом слідує за нерівностями ґрунту, а, следовательно, оказується мінімальне вплив на положення забойного конвеєра.

В табл. 1 сведені всі згадані вище класифікаційні ознаки, характеризуючі угледобываючі комбайни і комплекси як об'єкти автоматичного управління.

Таблица 1 – Классификационные признаки

п/п	Классификационные признаки	Характер влияния признака на угледобывающую машину			
			Iгр.	IIгр.	IIIгр.
1	Схема работы комбайна	Определяет группу объекта	+	+	+
2	Расположение опор на машинных дорогах	Определяет влияние подготавливаемой и предыдущих машинных дорог на опоры	+	+	+
3	Расположение рабочих органов на комбайне	Определяет степень влияния опор на положение рабочего органа и структуру системы управления	+	+	+
4	Тип опор комбайна на конвейер и почву	Определяет степень влияния формы опорной поверхности на положение опор/эффект опор/	+	+	+
5	Кинематические связи опор и корпуса комбайна	Определяет степень влияния опор на положение корпуса комбайна и его рабочих органов	+	+	+
6	Тип опор забойного конвейера	Определяет степень влияния опорной поверхности /почвы/ на положение опор комбайна	+	+	-
7	Тип рабочего органа	Определяет быстродействие машины при отработке рассогласований в системе управления	+	+	+
8	Способ управления положением рабочего органа	Определяет возможность машины компенсировать влияние возмущающих воздействий на положение рабочего органа и на входы системы управления/ регулятора	+	+	+
9	Количество рабочих органов	Определяет структуру системы управления	+	+	+
10	Тип погрузочного органа комбайна	Определяет качество зачистки машинной дороги и влияет на положение опор комбайна	+	+	+
11	Тип механизма подачи	Определяет габариты комбайна и степень влияния формы опорной поверхности на его положение	+	+	+
12	Тип зачистного устройства конвейера	Определяет качество зачистки машинной дороги и влияет на положение забойного конвейера и опор комбайна	+	+	-
13	Тип крепи	Определяет влияние секций крепи на положение забойного конвейера и опор добычного комбайна	+	+	-
14	Тип связи крепи с забойным конвейером	Определяет степень влияния крепи на положение забойного конвейера	+	+	-
15	Тип основания секции крепи	Определяет степень влияния формы почвы на положение крепи.	+	+	-

На рис. 10 приведена общая классификационная схема возможных конструктивных исполнений угледобывающих машин, анализируемых в последующих разделах.

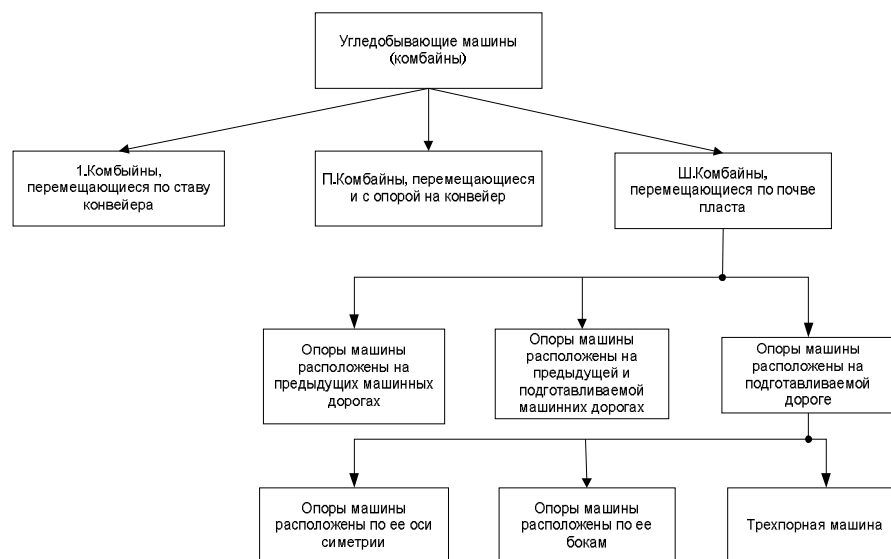


Рис. 10–Общая классификационная схема угледобывающих комбайнов.

Висновки. В даній статті проведено глибокий аналіз всіх аспектів добувничої техніки, працюючої в широкому діапазоні як в горно-геологічному аспекті залягання вугільних пластів, так і в різному діапазоні по потужності залягання вугільного пласта.

На основі проведеного аналізу і виходячи з вимог замовника, можна екстраполювати створення найбільш раціональної системи автоматичного управління, добувничої технікою в конкретних умовах роботи.

Матеріали даної статті дозволять сформулювати найбільш раціональні вимоги по побудові систем автоматичного управління для широко використовуваної групи вугледобувальних комбайнів.

1. Каганюк О.К. (2015) «Рівняння некерваного руху вугледобувальних машин» Каганюк О.К. Науковий журнал «Комп'ютерно – інтегровані технології. Освіта, наука, виробництво» Луцьк 2015, випуск №18, с. 121 – 126
2. Каганюк О.К. (2017) «Аналіз систем автоматичного керування вугільно – добувними комбайнами в складних гірничо – геологічних умовах» Каганюк О.К. Науковий журнал «Комп'ютерно – інтегровані технології. Освіта, наука, виробництво» Луцьк 2017, випуск №26, с. 188 – 193
3. Каганюк О.К. (2013) «Використання алгоритмів для дослідження рухомих об'єктів». Каганюк О.К., Шолом П.С. Науковий журнал «Комп'ютерно – інтегровані технології. Освіта, наука, виробництво» Луцьк 2013, випуск №12, с. 107 – 110.
4. Сборник основных технических данных запланированного к выпуску в 1972 г серийного оборудования для угольных шахт и обогащительных фабрик. Выпуск 1, МУП СССР, Центрогипрошахт, М., 1971г
5. Горное оборудование, рекомендуемое для применения в угольной промышленности на 1971 – 1975 гг. МУП СССР, ЦНИИЭИНТИ угольной промышленности, М., 1971г
6. Основные эксплуатационно – технические параметры забойного оборудования. МУП СССР, ИПК руководящих работников и специалистов. М., 1971г
7. Каганюк А.К. Исследование и разработка двухконтурной системы автоматического управления в профиле пласта угледобывающими комбайнами, работающими со става конвейера: Дис. На соиск. учен. Степ. канд. техн. наук/ МГИ., М., 1984. – 219с.
8. Електронний ресурс <http://rozrobkinauchni.vsocorp.org/>
9. Картавий і др. Розположення робочих органів угледобувальних комбайнів відносно опор. Горні машини і автоматика, №10 «Недра», М., 1966г