

**Б.В. Воронин****АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ КОНСТРУКЦИЙ  
СКРЕБКОВЫХ КОНВЕЙЕРОВ НА ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ**

Приведены основные этапы обработки на технологичность конструкций скребковых конвейеров (СК) и других горных машин, а также предложены частные показатели технологичности на всех стадиях жизненного цикла СК, и раскрыты особенности комплексной оценки технологичности с учетом функционального критерия СК.

*Ключевые слова:* технологичность конструкций, частные и комплексный показатели технологичности.

**К**онструктор обрабатывает конструкцию СК на технологичность и придает ей необходимые свойства, которые определяют уровень затрат ресурсов на создание, изготовление, техническое обслуживание и ремонт СК. Эти свойства и определяют основные этапы создания технологичных конструкций конвейеров (ТК).

Обеспечение ТК заключается в таком воздействии на множество параметров конструкции, которое приводит к достижению технологической рациональности и приемлемости, а также к снижению трудоемкости, материалоемкости и энергоемкости.

Обработку конструкций СК на технологичность рекомендуется проводить в следующем порядке:

1. Установление и расчет теоретического и эксплуатационного функциональных критериев СК

Технологичность конструкции в общем случае характеризуется его функциональностью – способностью конвейера реализовать основную функцию для достижения заданного технического эффекта. Для скребковых конвейеров основной функцией является перемещение угля, горных пород и других грузов на определенное расстояние. Эта функция (транспортная мощность) описывается функциональным критерием:

$$\lambda = Q \cdot \gamma_n \cdot L,$$

т.е. транспортной мощностью, где  $\lambda$  – теоретический функциональный критерий конвейера,  $Q$  – теоретическая производительность конвейера,  $\gamma_n$  – насыпной вес груза,  $L$  – расстояние, на которое транспортируется груз.

Эксплуатационная (ЭТК) и ремонтная технологичность (РТК), характеризуют только приспособленность конструкции изделия к выполнению на нем определенных операций технологического (ТЛО) и технического обслуживания (ТО). Функциональный критерий ( $\lambda_3$ ) в этом случае должен учитывать коэффициент реализации теоретической производительности скребкового конвейера ( $k_3$ ) в детерминированных условиях эксплуатации:

$$\lambda_3 = \lambda \cdot k_3 = Q \cdot \gamma_n \cdot L \cdot k_3$$

2. Выбор номенклатуры частных показателей технологичности

Важным этапом создания технологичных конструкций является установление номенклатуры и величины частных показателей технологичности на всех стадиях жизненного цикла горной машины. Так при проектировании важным этапом является технологический контроль конструкторской документации и установление комплекса свойств в конструкции, при котором достигаются оптимальные значения

затрат всех видов ресурсов при производстве, эксплуатации и ремонте конвейера.

В качестве частных показателей технологичности целесообразно использовать трудоемкость изготовления детали ( $T_d$ ), сборочной единицы ( $T_{CE}$ ), комплекса ( $T_{KC}$ ), комплекта ( $T_{КТ}$ ), трудоемкость монтажа сборочной единицы ( $T_{МСЕ}$ ), трудоемкость технического обслуживания и ремонта ( $T_{ТО}$ ,  $T_p$ ), себестоимость конвейера при изготовлении ( $C_{И}$ ), при техническом обслуживании ( $C_{ТО}$ ) и при его ремонте ( $C_p$ ). Эти частные показатели оцениваются выборочно на различных стадиях разработки конструкции от технического предложения до рабочей документации.

При обеспечении ( $T_K$ ) конвейеров следует учитывать основные направления технологического уровня производства, выраженные через лучшие частные показатели производственной технологичности. Эти показатели в значительной мере зависят от организационно-технологического уровня производства и изменяются по мере его повышения.

### 3. Оценка уровня технологичности по удельным показателям и выбор базовой технологичной модели

Особый интерес представляет этап оценки ТК по удельным показателям технологичности и составления базовой модели технологической конструкции конвейера. Удельные показатели вычисляются по формулам:

$$X_{mn} = \frac{T_{mn}}{\lambda_m}, X_{11} = \frac{T_{d1}}{\lambda_1}, X_{12} = \frac{T_{CE1}}{\lambda_1} \dots$$

где  $T_{mn}$  – частные показатели технологичности конструкции (например  $T_d$ ,  $T_{CT}$ , ...,  $C_{И}$ ,  $C_p$ );  $n$  – порядковый номер частного показателя технологичности;  $m$  – порядковый номер конвейера из числа выбранных для оценки;  $\lambda_m$  – функциональный критерий оцениваемого конвейера.

Уровень технологичности по каждому частному показателю определяется по формуле:

$$\tau_{ij} = \frac{x_{61}}{x_{ij}} \leq 1$$

Доля участия каждого частного показателя в их общей сумме при  $n$  выбранных показателях

$$a_{ij} = \frac{\tau_{ij}}{\sum_{i=1}^n \tau_{ij}}$$

и т.д., где  $x_{61}$  – значение базового показателя технологичности.

Для определения базовых показателей технологической конструкции составляем таблицу удельных значений частных показателей всех рассматриваемых  $C_K$ .

$$X_{ij} =$$

$X_{11}$	$X_{12}$	...	$X_{1n}$
$X_{21}$	$X_{22}$	...	$X_{2n}$
...	...	...	...
$X_{m1}$	$X_{m2}$	...	$X_{mn}$

В этой таблице по горизонтали расположены удельные частные показатели технологичности одной из рассматриваемых конструкций  $C_K$ . По вертикали – удельные величины по одному частному сразу даст набор минимальных значений удельных величин частных показателей, которые мы рекомендуем принять базовыми на момент оценки.

$$X_{6j} = |X_{61}, X_{62}, \dots, X_{6n} |$$

Где  $X_{61}, X_{62}, \dots, X_{6n}$  – совокупность базовых значений частных показателей технологичности, которые рекомендуется считать моделью технологичной конструкции, так как она состоит из наилучших, уже достигнутых удельных значений частных показателей технологичности.

Состав базовых показателей технологичности корректируется с учетом тенденций развития техники, а опти-

мальные значения базовых показателей указываются в техническом задании на разработку изделия.

4. Оценка технологичности конструкций СК по комплексному показателю и выработка рекомендаций по повышению уровня технологичности

Технологичность конструкций ( $T_K$ ) является комплексным свойством скребкового конвейера. Необходимость комплексной оценки  $T_{КСК}$  диктуется сложностью комплекса свойств, формирующих технологичность.

Оптимальный вариант конструкций определяется уже на стадии проектирования, поэтому при проектировании необходимы показатели, оценивающие уровень технологичности по комплексу свойств.

Переход от частных показателей к комплексным необходим для более полной и объективной оценки влияния  $T_K$  на конечный эффект.

Коэффициент участия ( $y_{ij}$ ) каждого частного показателя в значении комплексного показателя технологичности необходимо производить после исключения влияния на  $y_{ij}$  количества выбранных для сравнения показателей по формуле

$$y_{ij} = \frac{1 - a_{ij}}{1 - a_{i\sigma}},$$

$$\text{где } a_{i\sigma} = \frac{\tau_{i\sigma}}{\sum_{i=1}^N \tau_{i\sigma}} = \frac{1}{N}$$

Суммарное значение частных показателей  $\psi_j$  и  $\psi_\sigma$  скребкового конвейера и базовой конструкции с учетом их коэффициентов участия при сложении их по правилу векторов в  $N$ -мерном

пространстве определяются по формулам:

$$\psi_j = \sqrt{\sum_{i=1}^N (y_{ij} \cdot \tau_{ij})^2};$$

$$\psi_\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^N (y_{i\sigma} \cdot \tau_{i\sigma})^2}.$$

Комплексный показатель технологичности определяется по формуле:

$$\Pi_j = \frac{\psi_j}{\psi_\sigma}$$

Оценке  $T_K$  предшествует комплекс мероприятий, основанных на стандартизации множества инженерных решений. К таким решениям относятся: оптимизация типоразмерных рядов изделий как объектов производства и эксплуатации, типизация конструктивных изделий, классификация изделий и их составных частей по конструктивным и технологическим признакам, группирование однотипных объектов классификации и установление для каждой группы базовых показателей  $T_{КК}$ .

Результаты количественной оценки  $T_{КСК}$  используют для обеспечения  $T_K$  и для принятия решения по совершенствованию конструкции изделия.

Реализация нужного уровня технологичности потребует технологического развития производства, т.е. разработки и освоения перспективных технологических процессов. Следствием всего этого является уменьшение трудоемкости, материалоемкости и изменение других параметров на единицу функционального критерия.

## КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Воронин Борис Васильевич – кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: voronin@gmail.com,  
МГИ НИТУ «МИСиС».

**THE ALGORITHM OF MINING STRUCTURES FLIGHT CONVEYOR FOR MANUFACTURABILITY**

Voronin B.V., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, e-mail: voronin@gmail.com,  
Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia.

*The article describes the main stages of testing on technological designs flight conveyor (UK) and other mining machinery, as well as the proposed private performance manufacturability at all stages of the lige cycle of the UK, reveals the peculiarities of integrated assessment of technological effectiveness, with the functional criterion of the UK.*

*Key words: manufacturability design, private and comprehensive indicators.*



**ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ  
ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ  
(СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)**

**ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ГОРНЫХ РАБОТ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ  
С МОШНЫМИ ПОЛОГОПАДАЮЩИМИ ПЛАСТАМИ**

Черских Олег Иванович – главный инженер – 1-й заместитель управляющего филиалом  
АО «СУЭК-Красноярск» «Разрез Бородинский им. М.И. Шадова», e-mail: CherskihOI@suek.ru.

*Изложен методический подход к обоснованию режимов ведения горных работ на угольном разрезе с мощными пологопадающими пластами в соответствии с реализуемой стратегией развития предприятия. Представлена типизация базовых стратегий развития угольного разреза по основным характеристикам: цель, горизонт прогноза развития предприятия, уровень приемлемого риска и направление развития горных работ, инвестиционная стратегия и способ максимизации получаемой прибыли. Выбор рационального, т.е. соответствующего целям реализуемой стратегии развития, режима ведения горных работ предусматривает определение параметров открытых горных работ с учетом целевых критериев реализуемой стратегии освоения месторождения. Основой обеспечения и поддержания рационального режима ведения горных работ является повышение качества производственного процесса, характеристиками которого являются: организованность и технологичность. В качестве показателей, характеризующих организованность производственного процесса, автором предлагается использовать: коэффициент профессионализма персонала, коэффициент согласованности производственного взаимодействия. Для оценки технологичности процесса предлагается использовать: коэффициент стандартизации, коэффициент рационального ведения горных работ. Эффективными и взаимодополняющими инструментами повышения качества производственного процесса целесообразно использовать стандартизацию и нормирование производственных операций и функций, систему оценки результатов деятельности руководителей производственных подразделений (систему рейтингов), которые позволяют обеспечить требуемый уровень технологичности и организованности процесса.*

*Ключевые слова: стратегия развития угольного разреза, рациональный режим ведения горных работ, производственный процесс, параметры и критерии разработки, качество производственного процесса, организованность, технологичность, стандартизация, нормирование производственных операций и функций, эффективность и безопасность производства, угольный разрез.*

**VALIDATION OF MODES FOR OPEN CAST MINING OF THICK LIGHTLY PITCHING COAL**

Cherskih O.I., Principal Engineer, Vice Director, Shchadov's Borodinsky Open Pit Mine, SUEK-Krasnoyarsk, Russia, e-mail: CherskihOI@suek.ru.

*The article offers a technical approach to validation of operating modes for open cast cutting of thick lightly pitching coal in accordance with the implemented strategy of an open pit mine. Type designs are presented for reference strategies of an open pit coal mine based on the following characteristics: objective, mine development forecasting time-frame, admissible risk level and direction of mine expansion, investment strategy and profit maximization method. Selection of a rational, i.e. relevant to the implemented development strategy, operating mode of open cast mining involves determination of open pit mine parameters, considering target criteria of the mineral mining strategy under implementation. The basis of maintenance and sustenance of the rational mining mode is the improvement of the flow process quality characterized by organization and technological effectiveness. The author suggests characterizing the flow process organization by the indexes of personnel qualification and production cooperation consistency. The technological effectiveness of a flow process is suggested to estimate using a standardization factor and a rational mining factor. Efficient and mutually complimentary tools of the flow process quality improvement are the standardization and rating of production operations and functions and the evaluation system for performance of heads of producing departments (rating system), which ensure the required level of the technical efficiency and organization of a flow process.*

*Key words: open pit coal mine strategy, rational mining mode, flow process, mining method parameters and criteria, flow process quality, organization, technical efficiency, standardization, rating of production operations and functions, production efficiency and safety, open pit coal mine.*