

<https://doi.org/10.3176/hum.soc.sci.1959.3.06>

СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

И. З. КАГАНОВИЧ,

кандидат экономических наук

Улучшение использования производственного оборудования — важный фактор роста продукции и экономии общественного труда.

Большое народнохозяйственное значение максимального использования оборудования требует постановки на предприятиях экономического анализа резервов производственных мощностей. Необходимым условием этого является применение системы показателей, характеризующих полноту использования производственного аппарата предприятия и его отдельных элементов. Между тем теоретическая разработка и практическое применение показателей использования оборудования страдают существенными пробелами.

В практике учета технико-экономических показателей использования многообразного оборудования химической технологии отсутствует единство и система, что объясняется отчасти специфичностью технических условий производства (например существенными различиями в учете показателей периодических и непрерывных производственных процессов), отчасти несовершенством учета, а в основном традицией в использовании тех или иных показателей в каждой отрасли.

В промышленности применяются натуральные показатели и не применяются коэффициенты использования оборудования по мощности. Наоборот, слабым местом методической литературы по промышленной статистике является недостаток внимания анализу экономического содержания конкретных показателей использования производственного оборудования и их обобщению. В результате авторам ряда работ не удалось избежать преобладания бессистемно-описательного элемента в характеристике технико-экономических показателей.¹

Из немногочисленных специальных работ по вопросам анализа эксплуатации химической аппаратуры лишь в статье Е. Н. Осиповой рассматривается практика применения показателей использования оборудования и делается попытка их классификации.² Достоинством этой статьи является рассмотрение как соответствующих натуральных показателей, так и коэффициентов нагрузки. Автор дает также некоторые рекоменда-

¹ Д. В. Савинский, Курс промышленной статистики. Госстатиздат, М., 1954, стр. 297—309; А. И. Ежов, Промышленная статистика. Госстатиздат, М., 1954, стр. 212—236; А. М. Сухарев, Курс промышленной статистики. Госпланиздат, М., 1959, стр. 246—262.

² Е. Н. Осипова, Показатели использования основных средств в промышленности минеральных удобрений. В сб. Труды Ленинградского инженерно-экономического института, вып. 9, Химия и химические производства, Изд. Ленинградского университета, 1955.

ции относительно практического применения последних. В статье выделяются следующие группы показателей: «абсолютные показатели экстенсивного использования оборудования», «относительные показатели экстенсивного и интенсивного использования оборудования» и «относительные натуральные показатели интенсивного использования оборудования».³

По поводу последней группы следует отметить, что входящие в нее показатели весьма многообразны и в наибольшей степени нуждаются в систематизации. В статье, однако, они лишь перечисляются. Кроме того, эта группа представлена преимущественно не относительными величинами, как полагает автор статьи, а абсолютными или средними (такими, например, как съем продукции с агрегата в единицу времени).

Настоящая работа представляет собой опыт характеристики системы показателей использования оборудования для химической и термической обработки материалов и дополнения этой системы некоторыми звеньями, имеющими, по мнению автора, значение в анализе и планировании производственных мощностей.

Аппараты химической технологии являются основным производственным оборудованием в ряде отраслей промышленности: в черной и цветной металлургии, химической переработке топлив (кокса-, сланце- и нефтехимии, целлюлозно-бумажной промышленности и т. д.), неорганической и органической химической промышленности, в производстве строительных материалов (цементной, кирпичной промышленности и др.), пищевой промышленности (сахарной, жировой, парфюмерной).

Все эти группы отраслей, за исключением металлургии, получили в большей или меньшей степени развитие в Эстонской ССР.

Показатели уровня использования оборудования

Существует два типа показателей использования оборудования. К первому типу относятся показатели уровня использования рабочих машин. Они характеризуют производственный эффект эксплуатации оборудования и действие различных факторов, определяющих размеры этого эффекта. Это в большинстве своем абсолютные и средние, реже относительные величины.

Показатели второго типа представляют собой относительные показатели степени использования оборудования, предназначенные для оценки уровней использования путем их сопоставления между собой (например, фактических уровней с максимально возможными или плановыми показателями, данными прошлых периодов и т. д.).

Рассмотрим, прежде всего, интегральные (сводные) показатели уровня использования оборудования.

В основе определения производственного эффекта использования всех, как личных, так и вещественных, факторов процесса труда лежит единый измеритель — продукт труда, который является и побудительным мотивом, и результатом производственного процесса.

Эффект затрат живого труда характеризуется количеством продукции, произведенной человеком за определенный период времени (производительность труда); эффект использования оборудования — съемом продукции с единицы оборудования за период (производительность оборудования); эффект использования предметов труда — выходом полезных продуктов из переработанного сырья.

³ Там же, стр. 46—47.

Все эти показатели комплексны, результативны, отражают влияние многих факторов производства и взаимосвязаны. Данный уровень производительности оборудования не может быть целиком приписан его конструктивным качествам, размерам и мощности рабочих органов. Программа и технологические параметры работы машины, снабжение предметами труда, увязка с работой других машин, производственный контроль — всё это функции главного агента производства — человека. Сумма мертвых орудий и предметов труда ни на йоту не увеличивает общественного богатства. Для осуществления процесса производства материальных благ средства производства должны быть охвачены «пламенем труда». Отсюда первостепенное значение квалификации, сознательности и дисциплинированности рабочих, состояния организации производства и качества сырья для использования оборудования. Таким образом, производительность оборудования есть выражение эффекта (в виде годной продукции), получаемого за данный период с одной рабочей машины в процессе целесообразной производственной деятельности человека.

Производительность машины за плановый или отчетный период (месяц, квартал, год) и является интегральным показателем уровня использования оборудования. Максимально возможная величина годовой производительности машины представляет собой ее производственную мощность.

Особенности интегрального показателя использования химической аппаратуры сводятся, в основном, к особенностям учета химической продукции.

Химическая продукция в натуральном выражении планируется и учитывается в пересчете на содержание основного вещества, предусмотренное стандартами или техническими условиями (например, фосфорные удобрения в пересчете на содержание 18,7% фосфорного ангидрида, серная кислота в моногидрате, сода каустическая — 92-процентная, бытовой газ из сланцев в пересчете на стандартное теплосодержание — 4000 ккал/м³ и т. д.). При получении из переработанного сырья нескольких продуктов показатели использования оборудования определяются либо по основным продуктам в отдельности, либо суммарно в условном выражении. Например, в сланцехимической промышленности съём продукции с камерных печей или генераторов обычно выражается количеством выработанных газа и смолы, но может быть измерен и общей калорийностью этих продуктов.

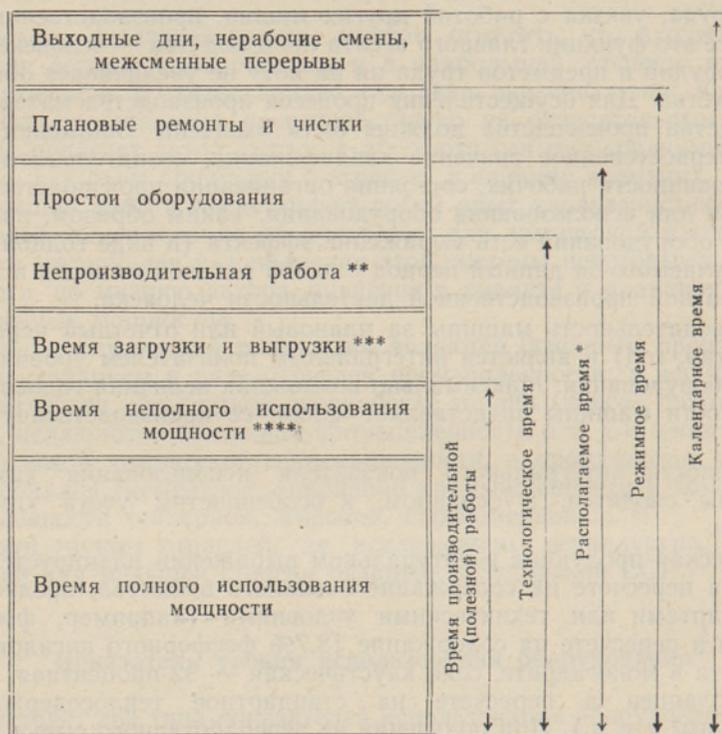
Отчетная величина съема продукции с единицы оборудования за период устанавливается в некоторых случаях путем прямого учета по отдельным агрегатам (например, для туннельных печей комбината «Кивийли»), а при суммарном учете продукции по всем агрегатам данного типа — как арифметическая средняя (например, для сланцевых генераторов, камерных печей).

Интегральный показатель использования оборудования зависит от времени его полезной работы (экстенсивный фактор) и от использования его мощности (интенсивный фактор).

Учет экстенсивного использования аппаратов химической технологии основывается на приведенной ниже схеме баланса календарного фонда времени (см. схему на стр. 312).

Время неполного использования оборудования по мощности относится к потерям производительности оборудования. Остальные потери — простой оборудования и непроизводительная его работа — представляют собой потери в использовании оборудования во времени. Простой оборудования учитываются по причинам их возникновения и отражаются в отчетных документах. Время непроизводительной работы фиксируется да-

леко не во всех производствах. Поэтому фигурирующее в отчетности время фактической работы аппарата представляет собой обычно технологическое время, хотя по существу сюда должно относиться время производительной работы плюс время загрузки и выгрузки аппарата, не совмещаемое со временем его полезного использования.



Баланс времени использования аппарата

* Располагаемый фонд времени носит также наименование планового фонда и фонда времени возможной работы. В черной металлургии широко применяется номинальный, или производительный, фонд времени. Он образуется вычитанием затрат времени на капитальный и средний ремонт из календарного фонда. Время текущего планового ремонта входит в номинальный фонд.

** Сюда относится время на излишнее против регламента нагревание, охлаждение, перемешивание и время работы на брак.

*** Время загрузки и выгрузки аппарата вычитается из полезного времени в том случае, если эти операции не совмещаются с производительной работой оборудования.

**** Имеется в виду время неполного использования рабочих размеров аппарата, недостаточных концентраций веществ и выхода готовых продуктов, а также скрытые простои. Скрытые простои («тихий ход») — это время работы аппарата при наличии каких-либо неисправностей, которые не влекут за собой полного прекращения процесса, например, работа генератора на пониженном дутье.

При эксплуатации двух или более однотипных аппаратов счет отработанного времени ведется в аппарато-часах или аппарато-сутках. В тех отраслях, где используется оборудование, неодинаковое по своим габаритам и мощности, для суммарного измерения фондов времени производится взвешивание времени работы каждого аппарата по его рабочему размеру. Например, в черной металлургии время работы и простоев доменных и мартеновских печей учитывается и планируется в метро-сутках.

Подобный показатель был бы уместен для сводного учета использования времени работы шахтных генераторов комбината «Кохтла-Ярве», по-

скольку на этом комбинате эксплуатируются генераторы трех типов, имеющие различную мощность. В качестве соизмерителя генераторов разной величины можно использовать их полезный объем в кубических метрах.

*

Уровень полезного использования оборудования по мощности измеряется показателем его производительности в единицу рабочего времени. В практическом использовании показатели этого рода различаются в зависимости от того, определены ли они по отношению к единице оборудования или к единице рабочего размера (емкости, поверхности нагрева и т. д.). В первом случае это собственно показатели производительности оборудования, во втором — показатели интенсивности производственного процесса, которые являются также средними показателями производительности группы аппаратов с неодинаковой мощностью.

В ряде производств показатели интенсивности — основные характеристики в планировании и учете использования оборудования по мощности. В сернокислотном производстве это интенсивность работы башен, т. е. количество серной кислоты, получаемое за час с кубического метра объема башен в свинце, в производстве целлюлозы — съем целлюлозы с кубического метра объема варочного котла, в стекольном производстве — суточный съем стекломассы с квадратного метра площади зеркала ванной печи. Показателем использования электросталеплавильных печей является суточная выплавка стали на 1000 ква установленной мощности трансформатора.

Аналогичным показателем для сланцевых генераторов может служить съем смолы с кубического метра их полезного объема, для туннельных печей — съем смолы с квадратного метра поверхности нагрева перегревателей.

В качестве примеров конкретных показателей производительности оборудования за рабочее время могут быть приведены: часовая производительность сланцевого генератора по смоле, суточная производительность камерной печи по выработке бытового газа, часовая производительность суперфосфатной камеры, среднесуточный выжиг валового кокса в сухом весе на одну действующую печь в коксохимическом производстве, часовая производительность вращающихся и шахтных печей в цементном производстве и т. д.

От производительности оборудования в единицу рабочего времени следует отличать производительность за сутки, час располагаемого или календарного фонда.

Съем продукции в единицу рабочего времени отражает интенсивную сторону использования оборудования, а в единицу располагаемого времени, кроме того, и экстенсивную сторону. Поэтому последний показатель по своему содержанию является интегральным, а не интенсивным и может быть разложен на два сомножителя: производительность оборудования за рабочее время и коэффициент использования располагаемого фонда времени:

$$\frac{\text{Съем продукции}}{\text{Располагаемое время}} = \frac{\text{Съем продукции}}{\text{Рабочее время}} = \frac{\text{Рабочее время}}{\text{Располагаемое время}}$$

Вообще нужно отметить, что различие между интегральными и интенсивными показателями весьма относительно. Это связано с относительностью понятий произведенной работы и средней мощности, лежащих, в конечном счете, в основе определения показателей интегрального и интенсивного использования оборудования.

Как интенсивный показатель мощность представляет собой работу в среднем за единицу времени. Вместе с тем данная величина мощности является работой, т. е. интегральной характеристикой по отношению к более дробным единицам, чем та, к которой она рассчитана. Разумеется, что поры нерабочего времени могут быть в каждой из этих временных единиц.

Однако различие между интенсивным и интегральным показателями отсутствует лишь при абстрактном их рассмотрении безотносительно к тому отрезку времени, в котором изучается использование оборудования. Оно не может быть охарактеризовано с одной лишь интенсивной стороны, равно как недостаточным является и показатель использования во времени. Поэтому изучение интенсивного использования должно находиться в тесной взаимосвязи с определением использования во времени. Если, например, счет рабочего времени ведется в сменах без исключения внутрисменных перерывов, показатель производительности оборудования определяется в среднем за смену. Если же в расчет отработанного времени принимается технологическое время, производительность должна быть исчислена как средняя в единицу этого фонда времени. По отношению ко второму показателю первый является интегральным, так как он зависит не только от производительности за время работы, но и от использования сменного фонда времени. Тем не менее, каждый из этих двух показателей имеет смысл интенсивного показателя, поскольку он рассматривается в системе с соответствующим экстенсивным показателем.

Сказанным подчеркивается взаимосвязь показателей использования оборудования, являющаяся отражением единства интенсивной и экстенсивной сторон его работы, порознь не существующих. Интенсивная нагрузка машины происходит во времени. Использовать машину во времени значит использовать ее производительно.

Следует отметить также и другую сторону этого вопроса. Чем полнее очищено от потерь то время, по отношению к которому определяется показатель производительности оборудования, тем он имеет большее аналитическое значение. Но результативный показатель производительности оборудования должен быть интегральным, т. е. рассчитанным по отношению к единице календарного или располагаемого фонда времени, подобно тому как основной показатель производительности труда — это выработка среднесписочного рабочего или трудящегося. Именно показатель подобного рода учитывает все потери и резервы предприятия и отражает уровень использования рабочей силы и средств производства в том измерении, которое имеет значение с точки зрения общества. Он, однако, не получил распространения в большинстве химических производств и широко применяется главным образом в металлургической и кирпичной промышленности (например, показатель съема стали с квадратного метра пода мартеновской печи за номинальные сутки).

*

Анализ интенсивного использования оборудования не должен ограничиваться его производительностью в рабочее время, которая служит продуктивным выражением мощности машин, но не является характеристикой мощности в конструктивном отношении со стороны размеров, скорости технологического процесса и т. п. Лишь для двигателей фактическая или максимальная величина мощности в киловаттах (лошадиных силах) совпадает с соответствующим показателем производительности.

Анализ интенсивного использования химического и термохимического оборудования предполагает разложение показателя его производительности на несколько составляющих.

Непосредственно величина производительности аппарата по съему продукции зависит от количества переработанного в единицу времени исходного материала и от размера выхода конечного продукта, приходящегося на единицу веса или объема сырья. Первый показатель называется пропускной способностью аппарата. Этот показатель получил широкое применение в производствах, использующих сырье с очень колеблющимся содержанием полезного вещества.

Так, интенсивность работы колчеданных печей в сернокислотном производстве измеряется суточным обжигом серного колчедана на квадратный метр пода печи типа ВХЗ, а на печах пылевидного сжигания — по отношению к кубическому метру объема печи. В сланцевой промышленности планируется и учитывается суточная пропускная способность генераторов и камерных печей по переработанному сланцу. Для устранения зависимости этого показателя от изменения состава сырья он может быть исчислен исходя из количества полезного компонента в сырье или количества самого сырья в пересчете на стандартное качество. Примером такого показателя может быть пропускная способность сланцевых агрегатов по органической массе переработанного сланца.

Применяется также показатель интенсивности или напряжения газификации: вес газифицируемого в единицу времени топлива, отнесенный к единице площади поперечного сечения шахты генератора.

Важную роль в системе показателей интенсивного использования аппаратов химической технологии играет показатель выхода продукции из переработанного сырья. Выход равен процентному отношению производительности аппарата к его пропускной способности. Показатель выхода может быть определен для каждого передела технологического процесса в отдельности и как сквозной для всей системы аппаратов в виде выхода готового продукта последнего передела от исходного материала первого передела. Сводный показатель выхода получается также перемножением частных, поперечных показателей:

$$\left(\frac{\vartheta_1}{100} \cdot \frac{\vartheta_2}{100} \cdots \frac{\vartheta_{n-1}}{100} \cdot \frac{\vartheta_n}{100} \right) \cdot 100 = \left(\frac{M_1}{P_1} \cdot \frac{M_2}{P_2} \cdots \frac{M_{n-1}}{P_{n-1}} \cdot \frac{M_n}{P_n} \right) \cdot 100 = \frac{M_n \cdot 100}{P_1} = \vartheta_{n/1},$$

так как $M_1 = P_2$ и $M_{n-1} = P_n$,

где $\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_{n-1}, \vartheta_n$ — процент выхода,

M_1, M_2, M_{n-1}, M_n — производительность (съем продукции),

P_1, P_2, P_{n-1}, P_n — пропускная способность (переработка сырья) по отдельным переделам,

$\vartheta_{n/1}$ — выход продукта последнего передела в процентах к весу исходного сырья первого передела.

Для процесса переработки легких фракций сланцевой смолы на автобензин исчисляется, например, показатель выхода бензина из сырой смолы, который равен произведению процента сырого бензина в сырой смоле на выход рафинированного бензина из сырого и на выход готового автобензина из рафинированного.

Выход продукции из переработанного сырья при химических и термохимических процессах является обратной величиной по отношению к удельному расходу этого сырья, но имеет иное содержание, чем послед-

ний показатель в производствах с механической обработкой материалов. При механической обработке расход основных материалов зависит в первую очередь от соответствия профиля материала и размера заготовки размерам изготавливаемых деталей, от величины пропусков и допусков, от рациональности и качества разметки, раскроя материала. При данном классе точности машины все это в меньшей степени связано с качеством ее работы, так как механической обработке подвергается лишь поверхность материала. Сама толща заготовки, болванки, детали не изменяют ни своих свойств, ни структуры. При химической и термической переработке материалов воздействию подвергаются все частицы исходного сырья, почему при равном его составе величина выхода полезного продукта находится в зависимости от качества ведения технологического процесса. При данной пропускной способности аппарата его производительность определяется величиной выхода. Поэтому только в учетном или счетном смысле выход представляет собой производную величину от съема продукции с одного аппарата и его пропускной способности как частное от деления первого показателя на второй. В действительности же выход не результат, а, наоборот, причина данного уровня производительности аппарата.

В ряде отраслей выход продукции по отношению к переработанному сырью принадлежит к кругу планируемых технико-экономических показателей. В их числе: выход смолы и газа в процентах к весу переработанного сланца, выход каменноугольного кокса в процентах к весу сухой шихты, выжиг серы из колчедана в сернокислотном производстве, выход светлых нефтепродуктов из сырой нефти, коэффициент переработки стекломассы в товарную продукцию в стекольной промышленности, выход сахара-песка в процентах к весу переработанной свеклы и т. д.

Показатели выхода имеют, конечно, значение и как расходные коэффициенты, однако большей частью для непосредственной оценки и анализа расхода материалов в химических производствах пользуются обычными показателями удельного расхода.

Величина выхода продукции из переработанного сырья зависит от содержания полезных компонентов в сырье и от степени их извлечения, т. е. перехода в продукцию:

$$v = \frac{M \cdot 100}{P} = \frac{P_s}{P} \cdot \frac{M \cdot 100}{P_s},$$

где P_s — эффективная пропускная способность аппарата (по полезному веществу сырья).

В сланцехимии соответствующими показателями служат содержание органического вещества в сланце и выход смолы и газа из органической массы.

Выход продукции от полезного вещества в сырье является по сути коэффициентом полезного действия процесса. Непосредственно по данным об относительном выходе продукции определяется так называемый химический коэффициент полезного действия, который представляет собой отношение потенциального тепла, заключенного в продуктах термического разложения, к количеству тепла в перерабатываемом сырье:

$$\eta_x = \frac{\sum v \cdot Q_m}{Q_p},$$

где η_x — химический к. п. д.,

Q_m — теплотворная способность продуктов (ккал/кг или ккал/м³),

Q_p — теплотворная способность сырья.

Для иллюстрации применения отмеченных показателей использования оборудования в сланцеперерабатывающей промышленности в табл. I приводятся соответствующие данные о работе шахтных генераторов комбинатов «Кохтла-Ярве» и «Кивийли».

Таблица 1

Использование шахтных генераторов на сланцеперерабатывающих комбинатах «Кохтла-Ярве» и «Кивийли» в 1957 г.

Показатели	Комбинат	
	«Кохтла-Ярве»	«Кивийли»
Число рабочих дней в году	329	347
Средняя производительность генератора в календарные сутки		
по смоле, т	12,0	10,8
по газу, куб. м *	85 900	41 400
Средняя производительность генератора за рабочие сутки		
по смоле, т	13,4	11,4
по газу, куб. м	95 300	43 500
Пропускная способность за рабочие сутки, т		
по переработанному сланцу	92,5	101,5
по органическому веществу сланца	34,8	30,4
Выход к весу исходного сланца		
смолы, %	14,44	11,26
газа, куб. м/т *	1030	428
Содержание органической массы в сланце, %	37,6	29,9
Влажность сланца, %	10,0	8,0
Выход к весу органического вещества сланца		
смолы, %	42,7	40,9
газа, куб. м/т *	3280	1555
Химический к. п. д., % **	70	57

* В пересчете на газ калорийностью (Q^B) 700 ккал/нм³.

** По ориентировочному расчету.

Приведенные в таблице цифры свидетельствуют о том, что хотя комбинат «Кивийли» имеет преимущество в длительности времени работы генераторов в году и их пропускной способности по сланцу, он уступает комбинату «Кохтла-Ярве» по количеству перерабатываемого за сутки органического вещества, являющегося источником получения продукции, и выходу смолы и газа относительно исходного сырья. В итоге на последней производительность генераторов по смоле и газу в рабочие и в календарные сутки, а также химический к. п. д. процесса гораздо выше, чем на первом.

Следующим звеном анализа уровня интенсивного использования химического и термохимического оборудования является изучение факторов пропускной способности аппарата по исходному сырью. При данном рабочем размере аппарата его пропускная способность зависит от величины разовой загрузки сырья и скорости протекания технологического процесса. Вес или объем загрузки может быть измерен в производствах с периодическим вводом сырья в аппарат, как это имеет место в коксовых печах, сланцеперерабатывающих агрегатах, металлургических печах и т. д.

В таких случаях показатель пропускной способности в весовых едини-

цах возможно расчленить на два множителя: средний вес разовой загрузки и число производственных циклов в единицу времени.

Соответствующие показатели учитываются в коксохимической промышленности (средняя разовая загрузка одной печи в тоннах сухой шихты и количество пече-выдач), на сланцеперерабатывающих комбинатах в цехах туннельных печей (средний вес нетто туннельного вагона со сланцем и число пропущенных вагонов), в суперфосфатном производстве (средняя производительность одной операции и средняя оборачиваемость одной камеры за календарные сутки и за рабочие сутки).

По данным о числе загрузок или операций определяется средняя продолжительность процесса переработки партии сырья. Продолжительность оборота коксовых печей в часах получается путем умножения числа отработанных пече-суток на 24 и делением этого произведения на число пече-выдач за период. Длительность процесса переработки сланца в туннельных печах определяется делением отработанного времени в часах на число партий туннельных вагонов, пропущенных за период через печь (количество вагонов в партии зависит от числа рабочих мест в камере перегонки). Например, в 1957 г. на комбинате «Кивиыли» через туннельную печь в среднем за сутки пропускался 161 вагон со сланцем. Число рабочих мест в туннеле печи — 16. Среднесуточное число циклов полукоксования сланца — 10,06 ($161 : 16$). Длительность периода полукоксования — 2,38 часа ($24 : 10,06$).

Продолжительность технологических операций исчисляются также в целомозном производстве (средняя продолжительность оборота варочного котла в часах), в суперфосфатном производстве, в производстве синтетического каучука из спирта и др.

Рассмотренными направлениями анализа уровня интенсивного использования аппаратов химической технологии далеко не исчерпываются возможности углубления технико-экономического исследования. Однако его орудия должны быть более специфичными для отдельных отраслей и в меньшей степени поддаются обобщенной характеристике, чем рассмотренные выше показатели.

Нужно сделать следующее общее замечание о значении частных показателей интенсивного использования аппарата, т. е. по размерам загрузки, скорости процесса, пропускной способности и т. п. Все эти показатели характеризуют использование аппарата не через конечную продукцию, а через факторы, лишь в той или иной мере обуславливающие величину последней. Поэтому максимальный уровень этих показателей не всегда означает наиболее эффективную работу оборудования.

Во-первых, максимальное использование размеров и максимальная скорость процесса могут сочетаться с нарушением технологического режима со стороны рабочих параметров (давление, температура, концентрация реактивов и т. д.), а следовательно, и с пониженным выходом продукции.

Во-вторых, нарушение технологии в тех же условиях может привести к браку. Выпуск же недоброкачественной продукции, хотя бы и при полной нагрузке аппарата, не может, конечно, расцениваться как эффективное его использование.

В-третьих, пониженное качество сырья приводит к снижению выхода продукта при максимальной пропускной способности аппарата и, тем самым, к снижению его производительности.

Только интенсивный, а в наибольшей степени интегральный показатель производительности, исчисляемые по данным о выработке конечного продукта, позволяют судить о действительном эффекте использования оборудования.

В литературе и на практике это обстоятельство зачастую игнорируется и пропускная способность оборудования или даже длительность производственной операции рассматриваются как показатели производительности оборудования, хотя они не отвечают ее природе и не содержат основного измерителя производительности — величины продукции.⁴

Для подтверждения важности исследования всех сторон эксплуатации оборудования в их взаимосвязи проведена группировка суточных показателей работы туннельных печей комбината «Кивийлы» по признаку длительности простоев, результаты которой представлены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние последствий простоев и неисправностей туннельных печей № 1 и № 2 комбината «Кивийлы» на показатели работы

№ печи	Группы по длительности простоев	Число суток	Среднее число часов работы в сутки	Удельный расход сланца, т	В % к средней по печи		
					За час работы		Производительность по смоле за календарный час
					Пропускная способность по сланцу	Производительность по смоле	
1	Работа без простоев	124	24	4,97	99,2	99,1	101,5
	С простоями до 2-х часов	70	23,2	5,05	100,6	99,1	97,8
	С простоями в 2 часа и более	12	19,8	5,15	111,5	108,2	83,9
	Всего	206	21,5	5,03	100,0	100,0	100,0
2	Работа без простоев	149	24	4,83	99,3	100,0	102,8
	С простоями до 2-х часов	30	23,3	4,88	102,2	102,5	102,5
	С простоями в 2 часа и более	12	16,9	5,35	98,5	89,5	64,9
	Всего	191	23,4	4,85	100,0	100,0	100,0

Если сравнить первые группы со вторыми (по каждой печи), то окажется, что в дни с простоями (до двух часов) среднечасовой пропуск сланца за время работы выше, чем в дни без простоев. Но эта интенсификация процесса имеет отрицательное значение, так как она связана с тем, что операторы, стремясь наверстать упущенное за время простоев, форсируют режим перегонки сланца. Достигаемое таким способом некоторое увеличение часового выпуска смолы (по печи № 2) или сохранение его на уровне дней работы без простоев (по печи № 1) сопровождается ухудшением использования вещества сланца и ростом удельного его расхода вследствие ускоренного пропуска сланца через печь.

Увеличение часовой производительности печи таким путем не компенсирует потерь смолы, недоданной за время простоя. Об этом свидетельствуют интегральные показатели производительности печей за календарный час, которые во всех случаях снижаются в дни работы с простоями.

Резюмируя сказанное о комплексе показателей уровня интенсивного использования аппаратов, следует отметить, что этот комплекс в более или менее развернутом виде отражается отчетными документами и пла-

⁴ Недифференцированную трактовку технико-экономических показателей работы аппаратов химической технологии дает, например, Д. В. Савинский в «Курсе промышленной статистики» (Госстатиздат, М., 1954, стр. 309).

нируется лишь в отдельных отраслях, например в коксохимической промышленности. В большинстве же отраслей на практике применяются лишь отдельные и притом различные показатели, но главным образом показатели использования времени и производительность аппарата за единицу рабочего времени.

Унификация в возможных пределах практики применения показателей работы оборудования способствовала бы стандартизации и упрощению первичного учета, чрезвычайно громоздкого в химических производствах. Вместе с тем, это стимулировало бы использование во всей химической промышленности положительного опыта отдельных отраслей в постановке экономической работы и методике технико-экономических и статистических исследований. В качестве основного планового и отчетного показателя использования оборудования для всех отраслей, в том числе для сланцехимии, представляется необходимым рекомендовать интегральный показатель производительности аппарата или интенсивности процесса в единицу располагаемого фонда времени.

Относительные показатели степени использования оборудования

В литературе относительные показатели степени использования оборудования (коэффициенты использования оборудования) сводятся к одной группе показателей: коэффициентам нагрузки, которые представляют собой отношения фактических уровней к максимально возможным. Однако измерение нагрузки — наиболее важный, но не единственный аспект оценки использования оборудования.

Существенную аналитическую роль играет сопоставление достигнутых уровней с соответствующими показателями прошлых периодов, проекта, других предприятий отрасли. Коэффициенты, получаемые в результате таких сопоставлений, не будучи по своему содержанию показателями нагрузки оборудования, тем не менее характеризуют в определенном отношении степень его использования.

Сравнительный анализ использования оборудования начинается с построения интегрального показателя:

$$K_{\text{исп}}^{\text{интегр}} = \frac{P_a}{P_0},$$

где $K_{\text{исп}}^{\text{интегр}}$ — интегральный коэффициент использования оборудования,

P_0 — базовый уровень съема продукции с единицы оборудования за период,

P_a — исследуемый уровень того же показателя.

В порядке изучения факторов, определяющих интегральный коэффициент использования оборудования, последний расчленяется на коэффициенты экстенсивного и интенсивного использования:

$$K_{\text{исп}}^{\text{интегр}} = K_{\text{исп}}^{\text{экт}} \cdot K_{\text{исп}}^{\text{интенс}}$$

или

$$\frac{P_a}{P_0} = \frac{T_a}{T_0} \cdot \frac{M_a}{M_0},$$

где T_a и T_0 — сопоставляемые фонды времени,

M_a и M_0 — уровни производительности оборудования по выпуску продукции в единицу рабочего времени.

Система коэффициентов интегрального, экстенсивного и интенсивного использования оборудования, предложенная еще в 20-х годах В. Варзаром и В. Вейцем⁵, стала краеугольным камнем методики анализа эффекта эксплуатации энергетического оборудования и рабочих машин. Однако дальше применения этих трех показателей статистическая теория и практика анализа степени использования оборудования не пошли. Задача углубления аналитической работы в этой области приобретает все большую актуальность в связи с растущей ролью интенсификации производственных процессов как одного из важнейших направлений технического прогресса.

Как отмечалось выше, показатель производительности оборудования, лежащий в основе коэффициента его интенсивного использования, зависит от целого ряда факторов. Их действие должно быть отражено системой частных коэффициентов, соответствующих охарактеризованному комплексу показателей уровня интенсивного использования агрегатов.

Коэффициент интенсивного использования оборудования для химической и термической обработки материалов, в первую очередь, возможно разбить на коэффициенты использования оборудования по его пропускной способности и по относительному выходу продукции:

$$K_{\text{исп}}^{\text{интенс}} = K_{\text{исп}}^{\text{проп. спос}} \cdot K_{\text{исп}}^{\text{вых}}$$

или

$$\frac{M_a}{M_0} = \frac{P_a}{P_0} \cdot \frac{v_a}{v_0},$$

где P_a и P_0 — сопоставляемые уровни пропускной способности аппарата по сырью,

v_a и v_0 — выходы продукции из переработанного сырья.

В свою очередь, коэффициент использования пропускной способности может быть представлен как произведение коэффициентов использования аппарата по скорости технологического процесса и по заполнению аппарата (или по размеру загрузки)⁶:

$$K_{\text{исп}}^{\text{проп. спос}} = K_{\text{исп}}^{\text{скор}} \cdot K_{\text{исп}}^{\text{заполн}}$$

или

$$\frac{P_a}{P_0} = \frac{C_a}{C_0} \cdot \frac{Z_a}{Z_0},$$

где C_a и C_0 — скорость процесса (число производственных циклов в единицу времени),

Z_a и Z_0 — объем или вес разовой загрузки.

Все указанные коэффициенты составляют единую систему:

$$K_{\text{исп}}^{\text{интегр}} = K_{\text{исп}}^{\text{экт}} \cdot K_{\text{исп}}^{\text{скор}} \cdot K_{\text{исп}}^{\text{заполн}} \cdot K_{\text{исп}}^{\text{вых}}$$

или

$$\frac{P_a}{P_0} = \frac{T_a}{T_0} \cdot \frac{C_a}{C_0} \cdot \frac{Z_a}{Z_0} \cdot \frac{v_a}{v_0}.$$

⁵ В. Варзар, Методы измерения нагрузки предприятия. «Проблемы статистики», 1926, № 2; В. Вейц, Методы изменения нагрузки и методы отыскания критических ее точек в промышленном предприятии (там же).

⁶ Частные коэффициенты использования оборудования строятся с учетом специфики конкретных видов оборудования и производственных процессов, и потому могут отличаться от предлагаемых здесь.

Коэффициенты использования оборудования могут быть построены не только для отдельных аппаратов, но и для группы однородных аппаратов. В качестве соизмерителя времени работы аппаратов применяется большей частью их полезный объем, площадь поверхности нагрева или производительность.⁷

Таким образом,

$$\bar{K}_{\text{исп}}^{\text{экт}} = \frac{\sum T_a \cdot O}{\sum T_0 \cdot O},$$

где $\bar{K}_{\text{исп}}^{\text{экт}}$ — средний коэффициент экстенсивного использования, O — рабочий размер аппарата.

Сводный коэффициент интенсивного использования для группы аппаратов представляет собой отношение данной средней интенсивности процесса (\bar{I}_a) к базовой средней интенсивности (\bar{I}_0):

$$\bar{K}_{\text{исп}}^{\text{интенс}} = \frac{\bar{I}_a}{\bar{I}_0}.$$

Легко видеть, что сводные коэффициенты интенсивного и экстенсивного использования смыкаются в сводный интегральный коэффициент:

$$\frac{\bar{I}_a}{\bar{I}_0} \cdot \frac{\sum T_a \cdot O}{\sum T_0 \cdot O} = \frac{\sum I_a \cdot T_a \cdot O}{\sum I_0 \cdot T_0 \cdot O} = \frac{\sum T_a \cdot M_a}{\sum T_0 \cdot M_0} = \frac{\sum P_a}{\sum P_0} = \bar{K}_{\text{исп}}^{\text{интегр}}.$$

Рассмотрим различные формы применения коэффициентов использования оборудования в зависимости от базы, к которой они определены.

Оценка степени использования аппаратов с точки зрения сравнения достигнутого уровня с показателями прошлого периода иллюстрируется табл. 3.

Таблица 3

Использование камерных печей комбината «Кохтла-Ярве» в 1950 и 1957 гг.

Показатели	Показатели уровня использования печей		Коэффициенты использования (темпы роста)
	1950	1957	
Годовой съём газа с одной камерной печи, тыс. м^3	784	1249	1,60
Отработанное время, сутки	311	314	1,01
Средняя производительность камеры по газу, $\text{м}^3/\text{сут}$	2520	3980	1,58
Средняя пропускная способность по сланцу, т/сут	8,08	11,7	1,45
Выход газа от сланца, $\text{м}^3/\text{т}$	312	340	1,09

Из данных таблицы следует, что рост интегрального показателя — годового съёма газа с камерной печи — происходил главным образом за

⁷ В упомянутой статье Е. Н. Осиповой «Показатели использования основных средств в промышленности минеральных удобрений» предлагается исчислять общий коэффициент экстенсивного использования для всего оборудования цеха как среднюю арифметическую простую, а не взвешенную. С этим предложением согласиться нельзя, так как оно ставит на одну доску основное и вспомогательное, крупное и маломощное оборудование.

счет роста пропускной способности печи по сланцу, т. е. за счет интенсификации процесса коксования сланца; роль остальных факторов невелика: $1,6 = 1,01 \times 1,45 \times 1,09$.

В качестве критерия оценки использования оборудования часто применяются показатели, достигнутые на аналогичных объектах других предприятий отрасли. Соответствующие коэффициенты могут быть определены, например, по данным табл. 1. Интегральный коэффициент использования генераторов комбината «Кивиыли» по отношению к генераторам «Кохтла-Ярве» составлял в 1957 г. 0,9, коэффициент интенсивного использования — 0,85, экстенсивного — 1,06, коэффициент использования пропускной способности по сланцу — 1,095, по органической массе сланца — 0,872, по выходу — 0,777.

Следующая форма коэффициентов использования оборудования — коэффициенты освоения проектных показателей.

О степени освоения проектных характеристик сланцеперерабатывающих агрегатов можно судить по цифрам табл. 4.

Таблица 4

Коэффициенты освоения проектной производственной мощности агрегатов сухой перегонки сланцев в Эстонской ССР в 1957 г.

Агрегаты	Коэффициенты освоения				
	интегральный	экстенсивный	интенсивный	по пропускной способности	по выходу
Туннельные печи комбината «Кивиыли»	0,96	0,94	1,02	0,99	1,03
Генераторы повышенной мощности комбината «Кохтла-Ярве»	0,86	0,935	0,92	0,93	0,98
Камерные печи комбината «Кохтла-Ярве»	1,31	0,896	. . .	1,46	. . .
Вращающиеся реторты комбината «Кохтла»	1,23	1,09	. . .	1,13	. . .

Таким образом, проектные мощности камерных печей и вращающихся реторт значительно перекрыты. В основном это достигнуто за счет интенсификации процесса перегонки сланца. Неосвоенность генераторов и туннельных печей определяется их низкой пропускной способностью в сравнении с проектом и недоиспользованием фонда рабочего времени.

Как уже указывалось, среди относительных показателей использования оборудования важнейшее место занимают коэффициенты нагрузки, измеряющие фактические уровни в сравнении с максимально возможными. Базой расчета интегрального коэффициента нагрузки служит максимально возможный объем продукции в натуральном выражении, который может быть снят в течение года с данного вида оборудования, т. е. величина его производственной мощности.⁸

Базой расчета коэффициента экстенсивной нагрузки является располагаемый фонд времени как максимальное время работы оборудования в течение года.

Коэффициент интенсивной нагрузки, а также нагрузки по пропускной способности, по проценту выхода, скорости процесса и т. д. определяется по отношению к передовым техническим нормам использования оборудования при передовой технологии и наиболее совершенной организации

⁸ Детальная характеристика понятия производственной мощности и методов ее определения не входит в задачу настоящей статьи.

труда. В пределах отрасли нормы производительности однотипного оборудования должны быть, при прочих равных условиях, едиными.

Разновидностью коэффициентов нагрузки как показателей освоения производственной мощности оборудования являются коэффициенты плановой нагрузки. Базой для расчета последних служат соответствующие плановые показатели.

Проиллюстрируем расчет коэффициентов нагрузки оборудования на примере туннельных печей комбината «Кивиыли» (табл. 5).

Таблица 5

Расчет коэффициентов нагрузки туннельной печи комбината «Кивиыли» в 1957 г.

	Уровень		Коэффициенты нагрузки	
	фактический (ф)	максимальный (макс)	значения	формулы
Вес вагона (нетто), т	2,155	2,08*	1,035	$K_{\text{нагр}}^{\text{заполн}} = \frac{3_{\text{ф}}}{3_{\text{макс}}}$
Число вагонов, пропускаемых за сутки через печь	161	192**	0,837	$K_{\text{нагр}}^{\text{скор}} = \frac{C_{\text{ф}}}{C_{\text{макс}}}$
Суточная пропускная способность по сланцу, т	347	400	0,866	$K_{\text{нагр}}^{\text{проп. спос}} = \frac{P_{\text{ф}}}{P_{\text{макс}}}$
Выход смолы в процентах к весу сланца	19,5	21,5	0,908	$K_{\text{нагр}}^{\text{вых}} = \frac{v_{\text{ф}}}{v_{\text{макс}}}$
Суточная производительность по смоле, т	67,7	86,0	0,788	$K_{\text{нагр}}^{\text{интенс}} = \frac{M_{\text{ф}}}{M_{\text{макс}}}$
Число рабочих суток в год	292	310	0,941	$K_{\text{нагр}}^{\text{экт}} = \frac{T_{\text{ф}}}{T_{\text{макс}}}$
Годовой съем смолы с одной печи, тыс. т	19,8	26,7	0,742	$K_{\text{нагр}}^{\text{интегр}} = \frac{\Pi_{\text{ф}}}{\Pi_{\text{макс}}}$

* 2,08 т — вес загрузки при 34 процентах содержания органического вещества в сланце. Удельный вес сланца ниже, чем породы, поэтому при переработке более бедного сланца вес загрузки повышается.

** Минимальная длительность периода полукоксования сланца в туннельных печах — 2 часа, число циклов переработки сланца в сутки — 12 (24 : 2). Число рабочих мест в туннеле печи — 16. Максимальное число вагонов, которое возможно пропустить через печь за сутки — 192 (16 × 12).

Расчет обнаруживает значительный резерв использования туннельных печей и основные его источники: возможности ускорения передвижек туннельных вагонов и роста выхода смолы относительно количества переработанного сланца.

Система коэффициентов нагрузки не получила распространения в химической промышленности. Исключение составляет лишь коэффициент экстенсивной нагрузки ведущего оборудования, который определяется в большинстве производств. Методы комплексного изучения нагрузки оборудования заслуживают самого широкого применения на предприятиях в целях всестороннего анализа резервов использования основных фондов.

Оценка использования оборудования не исчерпывается построением показателей, охарактеризованных в этой статье.

Во-первых, нагрузка отдельной машины должна быть поставлена в связь с использованием всей системы машин, в которую она входит. Это требует изучения внутрипроизводственных пропорций на предприятии.

Во-вторых, критерием эффективности работы машин является не только количество получаемой продукции, но и величина затрат живого и прошлого труда, которых стоил тот или иной уровень нагрузки оборудования. Следовательно, его использование подлежит оценке и со стороны влияния на производительность труда и себестоимость продукции.

Указанные вопросы нуждаются в самостоятельном освещении.

Институт экономики
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
13 II 1959

MATERJALIDE KEEMILISE JA TERMILISE TÖÖTLEMISE SEADMETE KASUTAMISE NÄITAJATE SÜSTEEM

I. Kaganovitš,
majandusteaduste kandidaat

Resüme

Seadmete kasutamise näitajate grupe on kahesuguseid. Esimese grupi moodustavad need, mis iseloomustavad kasutamise tootmiserfekti ja selle efekti suurust määravate erinevate tegurite toimet. Teine grupp koosneb seadmete kasutamistasme suhtelistest näitajatest, koefitsientidest. Nende ülesandeks on seadmete kasutamistaseme hindamine näitajate omavahelise kõrvutamise teel (näiteks tegeliku taseme kõrvutamine maksimaalselt võimalike või plaaniliste näitajatega, möödunud perioodide andmetega jne.).

Seadme kasutamistaseme integraalseks (koond)näitajaks on tema tootlikkus teatavas perioodis, s. t. ühelt seadmelt selle perioodi vältel saadav toodangu hulk. Seadmete kasutamise integraalne näitaja sõltub tema kasuliku töö ajast (ekstensiivne tegur) ja tema võimsuse kasutamisest (intensiivne tegur).

Seadme võimsuse kasutamistaset mõõdetakse tema tootlikkusega ehk protsessi intensiivsusega ajaühikus. Seadme kasutamisenäitajate intensiivsuse rühma kuuluvad ka need näitajad, mis määravad tema tootlikkuse taseme: läbilaskevõime tooraine järgi, toodangu väljatulek töödeldud toorainest, tehnoloogilise protsessi kiirus, aparadi ühekordse täitmise määr jm.

Keemilis-tehnoloogiliste seadmete kasutamise koefitsientide süsteem vastab kasutamistaseme näitajate kompleksile ja teda võib üldkujul väljendada järgmiselt:

$$K_{kas}^{integr} = K_{kas}^{ekstens} \cdot K_{kas}^{intens} \quad \text{ehk} \quad \frac{P_a}{P_0} = \frac{T_a}{T_0} \cdot \frac{N_a}{N_0}$$

$$K_{kas}^{intens} = K_{kas}^{läbil} \cdot K_{kas}^{väljat} \quad \text{ehk} \quad \frac{N_a}{N_0} = \frac{L_a}{L_0} \cdot \frac{S_a}{S_0}$$

$$K_{kas}^{läbil} = K_{kas}^{kiiruse} \cdot K_{kas}^{täitm} \quad \text{ehk} \quad \frac{L_a}{L_0} = \frac{V_a}{V_0} \cdot \frac{G_a}{G_0}$$

kus	K_{kas}^{integr}	— kasutamise integraalne koefitsient;
	$K_{kas}^{ekstens}$	— kasutamisekstensiivsuse koefitsient;
	K_{kas}^{intens}	— kasutamisenäitajate intensiivsuse koefitsient;
	$K_{kas}^{läbil}$	— läbilaskevõime kasutamise koefitsient;
	$K_{kas}^{väljat}$	— toodangu toorainest väljatuleku koefitsient;
	$K_{kas}^{kiiruse}$	— protsessi kiiruse kasutamise koefitsient;
	$K_{kas}^{täitm}$	— aparadi täitmise (ühekordse) kasutamise koefitsient;

- P — aparadi tootlikkus perioodis;
 T — ajafond;
 N — aparadi tootlikkus tööajaühikus;
 L — aparadi läbilaskevõime tooraine järgi;
 S — toodangu väljatulek töödeldud toorainest;
 V — tehnoloogilise protsessi kiirus (tootmistsükli arv ajaühikus) ja
 G — aparadi ühekordse laadungi maht või kaal.

Lähtealuseks võetud suurused on tähistatud «0»-ga, uuritavad suurused tähega «a».

Seadme kasutamistasme suhteliste näitajate hulgas on suurima analüütilise tähtsusega koormuse koefitsiendid, mille arvutamise lähtealuseks on masinate töö näitajate maksimaalselt võimalikud tasemed.

Osa esitatud näitajaist kasutatakse põlevkivikeemia tööstuse ettevõtteis ja Eesti NSV keemiatööstuse teistes harudes seadmete kasutamise planeerimisel ja analüüsimisel. Seadmete kasutamise analüüsi süvendamise võimalust ja otstarbekust kogu näitajate süsteemi kasutamisel, kaasa arvatud ka autori poolt soovitatud näitajad, on illustreeritud artiklis põlevkivi töötleva tööstuse kogemusi kasutades.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Majanduse Instituut

Saabus toimetuses
13. II 1959

A SYSTEM OF INDICATORS OF EXPLOITATION OF MACHINERY FOR CHEMICAL OR THERMAL WORKING UP OF MATERIALS

I. Kaganovich

Summary

There are two groups of indicators of exploitation of machinery. The first group is composed of indicators showing the level of exploitation of machinery, which characterize the producing efficiency and show the different factors determining that efficiency. The second group consists of relative indicators or coefficients of the degree of exploitation. These groups aim at an evaluation of the level of exploitation of machinery, by comparing both groups (i. e. by comparing the actual degree of exploitation with the maximal possible one, or with the planned indicators, or with the data of the past periods, etc.).

The integral (summarizing) indicator of exploitation of machinery is one showing the productivity of the machinery during a certain period of time, i. e. the output of that machinery within that period. The integral indicator of exploitation of machinery depends on the time of useful work (extensive factor), and on the exploitation of the power of the machinery (extensive factor).

The level of the exploitation of the power of the machinery is measured by the productivity or by the intensivity of the process within a certain unit of working time. To the group of indicators showing the intensivity of exploitation belong, as well, the indicators that determine the level of productivity: the capacity of the machinery according to the raw material worked up, the capacity according to the ready production obtained, the speed of the technological process, the extent of the single charge of the apparatus, etc.

The system of coefficients of exploitation of the chemical and technical machinery corresponds to the complex of indicators of the level of exploitation, and it may be expressed, in general, as follows:

$$\begin{aligned}
 C_{\text{expl}}^{\text{integr}} &= C_{\text{expl}}^{\text{extens}} \cdot C_{\text{expl}}^{\text{intens}} \quad \text{or} \quad \frac{P_a}{P_0} = \frac{T_a}{T_0} \cdot \frac{N_a}{N_0} \\
 C_{\text{expl}}^{\text{intens}} &= C_{\text{expl}}^{\text{work. up}} \cdot C_{\text{expl}}^{\text{output}} \quad \text{or} \quad \frac{N_a}{N_0} = \frac{L_a}{L_0} \cdot \frac{S_a}{S_0} \\
 C_{\text{expl}}^{\text{work. up}} &= C_{\text{expl}}^{\text{speed}} \cdot C_{\text{expl}}^{\text{charge}} \quad \text{or} \quad \frac{L_a}{L_0} = \frac{V_a}{V_0} \cdot \frac{G_a}{G_0}
 \end{aligned}$$

whereby

- $C_{\text{expl}}^{\text{integr}}$ — integral coefficient of exploitation;
 $C_{\text{expl}}^{\text{extens}}$ — coefficient of extensivity of exploitation;

- $C_{\text{expl}}^{\text{intens}}$ — coefficient of intensity of exploitation;
 $C_{\text{expl}}^{\text{work. up}}$ — coefficient of the capacity of working up of the raw material;
 $C_{\text{expl}}^{\text{output}}$ — coefficient of ready production obtained;
 $C_{\text{expl}}^{\text{speed}}$ — coefficient of the speed of the process;
 $C_{\text{expl}}^{\text{charge}}$ — coefficient of the charge of the apparatus (or of the extent of one single charge);
- P — productivity of the apparatus within a period of time;
 T — fund of time;
 N — productivity of the apparatus within a unit of working time;
 L — capacity of the apparatus according to the raw material;
 S — ready production obtained from the raw material;
 V — speed of the technological process (the number of production cycles within a unit of time);
 G — volume or weight of one charge of the apparatus.

The units from which the computation proceeds are marked by "0" the units under investigation are marked by "a".

The most important coefficients for the analysis, among the relative coefficients of exploitation of the machinery, are those which proceed from the maximal possible level of the work of the machinery.

A part of the above indicators is in use in the enterprises of the oil shale and chemical industry, and in other branches of the chemical industry of the Estonian S.S.R., at planning and analysis.

The possibilities for making an analysis of the exploitation of machinery more profound and effective by using a system of indicators, including those presented by the author, are illustrated in the present article on the basis of the data of the oil shale working industry.

*Academy of Sciences of the Estonian S.S.R.,
Institute of Economics*

Received
February 13th, 1959