

## ВИДЫ ВНЕЦИКЛОВЫХ ПОТЕРЬ

Если за произвольный период времени  $\Theta$  выпущено  $z$  изделий, а суммарные внецикловые простои составляют всего  $\sum \Theta_i$ , суммарные внецикловые потери

$$\sum t_n = \frac{\sum \Theta_i}{z} = \frac{1}{z} (\Theta_1 + \Theta_2 + \Theta_3 + \dots + \Theta_n),$$

где,  $\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_n$  — длительность простоев различных видов (смена и регулировка инструмента, устранение отказов механизмов, отсутствие заготовок и т. д.).

Разделив все эти составляющие на  $z$ , получим

$$\sum t_n = \frac{\Theta_1}{z} + \frac{\Theta_2}{z} + \frac{\Theta_3}{z} + \dots + \frac{\Theta_n}{z} = t_{n_1} + t_{n_2} + \dots + t_{n_i},$$

где  $t_{n_i} = \frac{\Theta_i}{z}$  — внецикловые потери  $i$ -го вида.

Таким образом, суммарные внецикловые потери машины складываются из внецикловых потерь различных видов, которые объективно характеризуют конструкцию автомата или линии, технологический процесс, условия эксплуатации и т. д.

С точки зрения теории производительности любое время, в течение которого не происходят обработка, контроль, сборка и другие операции, считается потерянным, так как приводит к уменьшению фактической производительности. Поэтому холостые ходы и внецикловые потери (простои, приходящиеся на одно обработанное изделие) в равной степени считаются потерями.

Для любых рабочих машин, в том числе автоматов и линий, можно провести единую классификацию видов потерь времени в процессе эксплуатации, которая является одним из примеров общности методов анализа машин различного технологического назначения (см. гл. I).

Потери вида I — потери по холостым ходам: 1) подача материала, транспортировка объекта обработки с позиции на позицию; 2) фиксация, зажим и разжим заготовки; 3) подвод и отвод рабочих органов; 4) переключение отдельных механизмов и т. д., т. е. все несовмещенные холостые ходы рабочего цикла, когда машина работает, но обработки не происходит.

Холостые ходы являются цикловыми потерями времени, так как происходят в процессе работы. Остальные виды потерь — внецикловые, так как вызываются простоями.

Потери вида II — по инструменту, когда машина неработоспособна из-за неработоспособности инструмента: 1) смена, установка и регулировка инструментов; 2) ожидание наладчика; 3) хождение за инструментом; 4) частичная заточка, правка инструмента и др.

Потери вида III — по оборудованию, когда машина неработоспособна из-за неработоспособности механизмов и устройств: 1) регулировка и ремонт механизмов машины; 2) ожидание ремонтного мастера; 3) получение запасных частей; 4) ожидание изготовления деталей и т. д.

Потери вида IV — по организационным причинам, когда механизмы, устройства и инструменты, а следовательно, машина в целом работоспособна, но не работает по внешним причинам: 1) периодическая заправка материала; 2) уборка отходов; 3) сдача готовых деталей и получение заготовок; 4) переговоры по работе; 5) сдача смены; 6) отсутствие обрабатываемого материала; 7) отсутствие рабочего и т. д.

Потери вида V — по браку, когда машина формально работает и выдает продукцию, которая, однако, не соответствует техническим требованиям и не является годной: 1) брак изделий при наладке машины; 2) брак вследствие нарушения настройки; 3) брак материала, обнаруженный после первых операций, и др.

Потери вида VI — по переналадке, когда машина работоспособна и может выдавать те изделия, на обработку которых должна быть настроена: 1) переналадка механизмов в связи с переходом на изготовление другого изделия; 2) замена технологической оснастки; 3) кинематическая настройка; 4) смена кулачков, программы, приспособлений и инструментов и др.

Указанные виды потерь можно проследить для любых типов рабочих машин. Так, для токарного многошпиндельного автомата (см. рис. 1-20) к потерям вида I относятся поворот и фиксация шпиндельного блока, подвод и отвод суппортов (подача и зажим изделий совмещены с обработкой и не являются потерями); к потерям вида II — смена и регулировка резцов; к потерям вида III — устранение отказов механизмов и устройств, связанных с поломками, несрабатыванием, разрегулированием и т. д.; к потерям вида IV — отсутствие прутков, уборка стружки, несвоевременный приход и уход наладчиков и операторов; к потерям вида V — время, затраченное на обработку бракованных деталей; к потерям вида VI — переналадка кулачков на РВ, замена инструмента, регулировка механизмов, кинематическая настройка и т. д.

Для автомата развертки тарелочек (см. рис. 1-22) к потерям вида I относятся поворот и фиксация шпиндельного блока, подвод и отвод ножей, конуса развертки; к потерям вида II — замена и регулировка горелок и ножей; к потерям вида III — устранение отказов механизмов рабочих и холостых ходов, управления, привода; к потерям вида IV — отсутствие стеклянных трубок (“дротов”), несвоевременный приход и уход обслуживающих рабочих; к потерям вида V — брак обработанных изделий, брак стеклянных трубок; к потерям вида VI — переналадка автомата на обработку тарелочек других типоразмеров.

Внецикловые потери являются одним из важнейших параметров в теории производительности и надежности автоматов и автоматических линий. Все внецикловые потери можно разделить на две категории.

Потери, вызванные причинами, прямо или косвенно связанными с конструкцией и режимом работы автомата или линии, — собственные потери (потери по инструменту, ремонту и регулированию механизмов и устройств, брак операций, выполняемых на линии и т. д.).

Потери, вызванные внешними организационно-техническими причинами (отсутствие заготовок, несвоевременный приход и уход; брак предыдущих операций, обнаруженный при обработке, и т. д”).

Согласно определению, коэффициент использования любой рабочей машины

$$\eta_{ис} = \frac{\Theta_p}{\Theta} = \frac{\Theta_p}{\Theta_p + \sum \Theta_c + \sum \Theta_{от}},$$

где  $\sum \Theta_c$  — собственные простои машины за отрезок времени  $\Theta$ ;

$\sum \Theta_{от}$  — организационно-технические простои за тот же отрезок времени.

Умножим числитель и знаменатель в этом выражении на величину  $\Theta_p + \sum \Theta_c$ . Преобразуя, получим

$$\eta_{ис} = \frac{\Theta_p}{\Theta_p + \sum \Theta_c + \sum \Theta_{от}} \frac{\Theta_p + \sum \Theta_c}{\Theta_p + \sum \Theta_c} = \frac{\Theta_p}{\Theta_p + \sum \Theta_c} \frac{\Theta_p + \sum \Theta_c}{\Theta_p + \sum \Theta_c + \sum \Theta_{от}} = \eta_{тех} \eta_3 \quad (11-18)$$

Величину  $\eta_{тех} = \Theta_p / (\Theta_p + \sum \Theta_c)$  называют коэффициентом технического использования и определяют с учетом только собственных потерь; его значение показывает, какую долю времени работает автомат при условии обеспечения всем необходимым. Так, величина  $\eta_{тех} = 0,85$  означает, что если автомат полностью обеспечен заготовками, инструментом, электроэнергией, обслуживающим персоналом, то в среднем он 85% времени работает, а 15% времени занимают смена и регулировка инструментов, ремонт и регулирование механизмов и т. д. Следовательно, коэффициент технического использования

характеризует прежде всего долговечность, надежность механизмов и инструмента, стабильность технологического процесса и др.

Величина

$$\eta_3 = (\Theta_p + \sum \Theta_c) / (\Theta_p + \sum \Theta_c + \sum \Theta_{ож}) \quad (11-19)$$

есть коэффициент загрузки и определяется с учетом как собственных, так и организационно-технических потерь. Его значение показывает, какую долю общего планового фонда времени автомат работает, ремонтируется, наладывается и какую долю простаивает по внешним причинам. Так, величина  $\eta_3 = 0,8$  означает, что из общего планового фонда времени лишь 80% занимают работа и простой автомата для устранения возникающих при работе неполадок, а 20% времени простаивает при полной исправности механизмов и инструмента по организационно-техническим причинам. Иначе, возможности выпуска продукции при данных режимах работы используются лишь на 80%, что определяется уровнем загрузки в данных условиях работы.

Все критерии производительности — технологическая, цикловая и фактическая — могут рассматриваться в трех формах: как ожидаемая, действительная и требуемая.

Ожидаемая производительность — это предполагаемый уровень производительности автоматической линии в стадии ее проектирования. Она прогнозируется с учетом запроектированной длительности рабочего цикла, ожидаемой надежности и т. д. Ожидаемую производительность с учетом только собственных простоев часто называют проектной мощностью линии или технической производительностью.

Требуемая производительность определяется исходя из заданной производственной программы предприятия, сменности работы, экономически целесообразного выпуска продукции и т. д.

Действительная производительность — это производительность действующих автоматов и автоматических линий. Реальный уровень технологической, цикловой и фактической производительности характеризует степень реализации замысла проектировщиков линии и может значительно отличаться от проектных значений, а также быть переменным во времени эксплуатации.