

УДК 629.12.001

А.И. Новиков, профессор, канд. техн. наук,

М.Г. Балашов, ст. преподаватель

Севастопольский национальный технический университет

Студгородок, г.Севастополь, Украина, 99053

E-mail: mbal@lik-info.com

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЮДЖЕТА ВРЕМЕНИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНОГО ПЛАВУЧЕГО КРАНА

Обсуждается методика оценки распределения времени эксплуатации строительно-монтажных плавучих кранов.

Строительно-монтажный плавучий кран, кроме проведения перегрузочных операций, используется для прокладки подводных трубопроводов, бурения разведочных и эксплуатационных скважин, забивки свай, монтажа стационарных и других оснований, в гидротехническом строительстве, выполняет другие операции. Для оптимизации характеристик таких кранов, особенно выполняющих различные виды работ, необходимо определять годовую производительность, которая непосредственно связана с регионами их эксплуатации.

Данная статья посвящается анализу распределения времени эксплуатации строительно-монтажных плавучих кранов (СМПК), когда они выполняют кроме погрузочно-разгрузочных работ другие виды операций.

Рассмотрим время рейса T_{CM} , которое может длиться более года и в течение которого СМПК производит различные виды работ. Обозначим: $T_{ГР}$ – время проведения погрузочно-разгрузочных работ; $T_{УКЛ}$ – время укладки подводного трубопровода; T_M – время монтажных работ. Тогда выражение для T_{CM} запишется в виде

$$T_{CM} = T_{П} + T_{Х} + T_{ГР} + T_{УКЛ} + T_M ,$$

где $T_{П}$ – время нахождения СМПК в порту; $T_{Х}$ – время, затраченное плавкраном на переход.

Продолжительность простоев $T_{П}$ включает в себя не только проведение операций по загрузке, но и время на получение необходимого снабжения, оформление документов, отдыха экипажа, переналадку соответствующего технологического оборудования и т.д. Обычно $T_{П}$ принимают в долях T_{CM} , т.е.

$$T_{П} = \beta \cdot T_{CM} ,$$

где β – коэффициент, принимаемый из опыта эксплуатации действующих СМПК. Этот коэффициент зависит от района эксплуатации плавкрана, организации работ, конструкции СМПК, операций им выполняемых, гидрометеорологических условий и т.д. Время перехода $T_{Х}$ можно определить из выражения

$$T_X = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{24 \cdot K_V \cdot V_S},$$

где $\sum_{i=1}^n R_i$ – суммарное расстояние, которое проходит СМПК за рейс; V_S – расчетная скорость хода плавкрана; K_V – коэффициент использования этой скорости.

Время проведения погрузочно-разгрузочных операций T_X объемом $P_{ПГ}$ определяется формулой

$$T_{ГР} = \frac{P_{ПГ} \cdot t_{Ц}}{\alpha \cdot Q_G},$$

где Q_G – расчетная грузоподъемность верхнего строения (собственно крана); α – коэффициент использования этой грузоподъемности; $t_{Ц}$ – время рабочего грузового цикла (время от начала одного подъема до начала следующего).

На монтаж конструкций объемом P_M СМПК затрачивает время

$$T_M = \frac{P_M \cdot t_{Ц1}}{\alpha_M \cdot Q_G},$$

где α_M – коэффициент использования Q_G при монтаже; $t_{Ц1}$ – время рабочего грузового цикла при монтаже.

Время, затраченное СМПК $T_{УКЛ}$ на прокладку подводного трубопровода длиной $L_{ТР}$, м, составит

$$T_{УКЛ} = t_{ПОДГ} + t_{ГРУЗ} + t_{ПРОСТ} + t_{УКЛ}, \quad (1)$$

где $t_{ПОДГ}$ – время подготовки СМПК к укладке, подъема конца трубопровода, наладки технологического оборудования, завозка якорей и т.д.; $t_{ГРУЗ}$ – время, затрачиваемое на прием новой партии труб и другого необходимого снабжения; $t_{ПРОСТ}$ – время простоев (ожидание подготовки траншеи, метеоусловия и т.д.); $t_{УКЛ}$ – время, затраченное на непосредственную укладку подводного трубопровода; $t_{ПОДГ}$ и $t_{ПРОСТ}$ зависят от организации, условий и региона работы, применяемой техники и т.д. В расчетах следует принимать

$$t_{ПОДГ} + t_{ПРОСТ} = \beta_C \cdot T_{УКЛ}, \quad (2)$$

где β_C – коэффициент, принимаемый по опыту эксплуатации уже существующих кранов.

Время, затрачиваемое на прием новой партии труб и т.п., определяется в зависимости от длины укладываемого трубопровода L_{TP} и грузоподъемности плавучего основания – $P_{ГР}$

$$t_{ГРУЗ} = \frac{(L_{TP} \cdot (P_{TP} + P_{ИЗ}) - P_{ГР}) \cdot t_{Ц}}{\alpha_{Г} \cdot Q_{Г}}, \quad (3)$$

где P_{TP} и $P_{ИЗ}$ – массы одного погонного метра трубы и ее изоляции соответственно, т/пог.м.; $\alpha_{Г}$ – коэффициент использования грузоподъемности верхнего строения при перегрузке труб.

Если грузовые операции проводятся параллельно с укладкой трубопровода, то в формуле (1) они не учитываются.

В настоящее время самым распространенным способом укладки подводного трубопровода, используемого на СМПК, является наращивание, т.е. каждая последующая секция трубопровода длиной l присоединяется к концу предыдущей секции, находящейся на технологической линии. При перемещении стыка вдоль этой линии производится его подготовка к сварке и сама сварка, контроль качества шва, изоляция и подготовка к погружению и погружение, т.е. перемещение СМПК на величину укладки секции.

Если принять время технологического цикла за $t_{СТ}$, то время непосредственной укладки подводного трубопровода $t_{УКЛ}$ составит

$$t_{УКЛ} = \frac{L_{TP} \cdot t_{СТ}}{l}. \quad (4)$$

Время $t_{СТ}$ зависит от производительности технологической линии, числа постов сварки, времени контроля сварного шва, времени на изоляцию стыка, подачи труб и т.д. и принимается уже известным исходя из принятой схемы укладки.

С учетом составляющих $T_{УКЛ}$ по формулам (2)–(4), следует:

$$T_{УКЛ} = \frac{L_{TP}}{1 - \beta_C} \cdot \left(\frac{\left(P_{ГР} + P_{ИЗ} - \frac{P_{ГР}}{L_{TP}} \right) \cdot t_{Ц}}{\alpha_{Г} \cdot Q_{Г}} + \frac{t_{СТ}}{l} \right). \quad (5)$$

Тогда, если СМПК в течение рейса будет занят укладкой подводного трубопровода, вести погрузочно-разгрузочные работы и монтаж конструкций и оборудования, и принять, что $\alpha = \alpha_{Г} = \alpha_{М}$, то выражение для $T_{СМ}$ запишется в виде:

$$T_{СМ} = \frac{1}{1 - \beta} \cdot \left(\frac{\sum_{i=1}^N R_i}{24 \cdot k_P \cdot V_S} + \frac{P_{ПГ} \cdot t_{Ц} + P_{М} \cdot t_{Ш}}{\alpha \cdot Q_{Г}} + \frac{L_{TP}}{1 - \beta_C} \cdot \left(\frac{\left(P_{ГР} + P_{ИЗ} - \frac{P_{ГР}}{L_{TP}} \right) \cdot t_{Ц}}{\alpha_{Г} \cdot Q_{Г}} + \frac{t_{СТ}}{l} \right) \right). \quad (6)$$

Формула (6) используется при определении годовой производительности строительно-монтажного плавучего крана и позволяет определить влияние основных характеристик СМПК на распределение бюджета времени при проведении тех или иных работ.

Приведем расчет времени рейса при некоторых исходных данных.

Таблица 1 – Расчетные значения времени рейса при изменении параметров (грузоподъемность верхнего строения, длина трубопровода)

Наименование	Обозначение	Варианты			
		1	2	3	4
Коэффициент простоев	$\beta=$	0.10	0.10	0.10	0.10
Расстояние за рейс, миль	$\Sigma R_i=$	2 000.00	2 000.00	2 000.00	2 000.00
Коэффициент использования скорости	$k_v=$	0.85	0.85	0.85	0.85
Расчетная скорость ПК, уз	$V_s=$	12.00	12.00	12.00	12.00
Масса перегруженных объектов, т	$P_{пг}=$	300.00	300.00	300.00	300.00
Время рабочего грузового цикла, ч	$t_{ц}=$	1.50	1.50	1.50	1.50
Масса смонтированных объектов, т	$P_M=$	200.00	200.00	200.00	200.00
Время рабочего цикла при монтаже, ч	$t_{ц1}=$	0.50	0.50	0.50	0.50
Коэффициент использования грузоподъемности ВС при подъеме и монтаже	$\alpha=$	0.80	0.80	0.80	0.80
Грузоподъемность ВС, т	$Q_{гв}=$	1 200.00	600.00	1 200.00	600.00
Длина трубопровода, м	$L_{тр}=$	40 773.97	40 773.97	0.10	0.10
Коэффициент затрачивания времени на подготовку и простои	$\beta_c=$	0.30	0.30	0.30	0.30
Масса погонного метра трубы, т/м	$P_{гр}=$	4.50	4.50	4.50	4.50
Масса изоляции на погонный метр, т/м	$P_{из}=$	0.05	0.05	0.05	0.05
Коэффициент использования ВС при перегрузке труб	$\alpha_r=$	0.50	0.50	0.50	0.50
Технологический цикл укладки трубопровода, ч	$t_{ст}=$	4.50	4.50	4.50	4.50
Длина секции трубопровода, м	$l=$	40.00	40.00	40.00	40.00
Время рейса, ч:	$T_{см}(час)=$	8 026.96	8 763.77	9.72	10.34
Время рейса, сут:	$T_{см}(сут)=$	334.46	365.16	0.40	0.43

Расчет показал, что при одинаковых исходных данных и при изменении грузоподъемности верхнего строения и длины трубопровода, существенное значение имеет именно длина трубопровода на бюджет времени при эксплуатации СМПК.

В дальнейшем планируется использовать полученные выражения для оптимизации главных размерений строительно-монтажных плавучих кранов.

Библиографический список

1. Новиков А.И. Годовая производительность и режимы работы плавучих кранов / А.И. Новиков. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2003. — 228 с.

Поступила в редакцию 25.05.2005 г.