

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ КОПАНИЯ ГРУНТОВ КОВШОВЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН, РАБОТАЮЩИХ ПОД ВОДОЙ

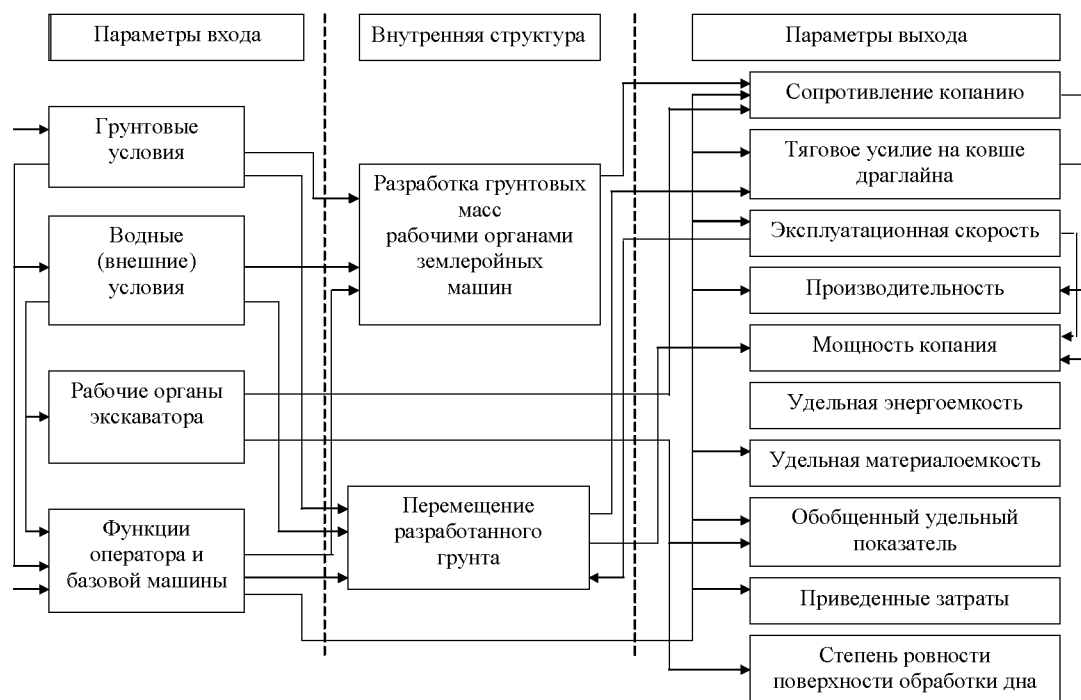
Применение методов системного анализа при исследовании сложных систем, каким является процесс копания грунтов в подводных условиях, предполагает в качестве начального этапа работы выявление структуры этой системы и определение внутренних и внешних взаимных связей. Основой анализа является разделение процесса на ряд подсистем, соединенных между собой прямыми и обратными связями, а также выявление параметров входа и выхода. При этом каждая линия связи, соединяющая подсистемы (элементы), имеет конкретный физический смысл и может быть представлена в виде модели в той или иной форме, т.е. в виде математического уравнения, машинной программы, формализованного физического процесса, описываемого данной связью*.

В соответствии с методикой системного анализа сложный процесс как взаимодействия со средой рабочего органа – ковша драглайна экскаватора для разработки донных грунтов в море начинается с выявления общей структуры этой системы и определения внутренних, внешних и взаимных связей. Важной частью анализа системы является разделение процесса на ряд подсистем, соединенных между собой прямыми и обратными связями, а также выявление параметров входа и выхода.

Структурная схема рабочего процесса землеройных машин с ковшом драглайна, работающих в подводных условиях представлена на рис. Параметрами входа данной системы являются грунтовые условия (прочность и плотность грунта, удельное сопротивление грунта резанию и копанию, влажность грунта, коэффициенты внешнего и внутреннего трения, гранулометрический состав, коэффициенты пористости и водонасыщения), подводные (внешние) условия (кинематические коэффициенты вязкости воды, глубина погружения рабочего органа в водную среду, т.е. гидростатическое давление, а также плотность воды или иного раствора), масса подводного землеройного оборудования (массы рабочего органа, напорной штанги, системы управления рабочим органом).

Внутренняя структура рабочего процесса определяется основными параметрами рабочего органа подводных машин. Она включает процесс разрушения (резания, копания, разрезания, вдавливания) грунта под слоем жидкой среды, определяемый удельным сопротивлением грунта резанию, глубиной и шириной резания, и процесс перемещения разработанного грунта (призмы волочения). Процесс перемещения грунта определяется силой сопротивления, возникающего в результате трения призмы

*Беккер М.Г. Введение в теорию систем «местность-машина»: Пер. с англ. / Под ред. В. В. Гуськова. М.: Машиностроение, 1973. 520 с.



Структурная схема процесса копания грунта ковшем драглайна в подводных условиях

волочения о поверхность грунтового массива перед рабочим органом и зависящего от силы тяжести призмы волочения грунта, угла установки ножа в плане, коэффициентов внешнего и внутреннего трения грунта; инерционным сопротивлением грунта, возникающим при переходе его от состояния покоя в массиве к движению в призме волочения и зависящим от ширины резания, скорости движения машины, объемной массы грунта; гидродинамическим сопротивлением жидкой среды при движении рабочего органа, зависящим от ширины и высоты рабочего органа, скорости движения машины, кинематической вязкости воды или глинистого раствора, а также формы обтекаемости подводной землеройной машины.

Параметры выхода представлены в виде блока обобщенных, удельных, относительных и натуральных показателей, каждый из которых находится в иерархической связи с другими. Применительно к рабочему процессу подводных землеройных машин с рабочим органом драглайна критериями низшего уровня являются: сопротивление резанию и копанью грунтов; тяговое сопротивление, возникающее при работе подводной машины; рабочая скорость копания; мощность процесса копания грунта N_k , определяемая величинами тягового сопротивления и эксплуатационной скорости. Обобщенными кри-

териями являются: производительность P ; удельная энергоёмкость N_{yo} ; удельная материалоемкость M_{yo} ; обобщенный удельный показатель P_{NG} .

Критерием высшего уровня является показатель приведенных удельных затрат. К показателям качества работы относится ровность поверхности обработки дна моря. Интегральным показателем высшего уровня при оценке работы подводной землеройной машины в системе парка машин строительного управления или другой производственной организации является прибыль, определяемая соотношением приведенных удельных затрат, объемом работ и стоимостью единицы продукции, производимой подводной землеройной машиной, например, 1 м³ грунта или 1 пог. м траншеи и т.п. Показатели качества влияют как на величину приведенных удельных затрат, так и на величину прибыли через функциональную зависимость стоимости производимой машиной конечной продукции от качества этой продукции. С точки зрения прибыли, которая должна стремиться к максимуму, другие обобщенные показатели – приведенные удельные затраты, материалоемкость, производительность – должны стремиться не к экстремальному, а к оптимальному значению, причем оптимум производительности должен соответствовать потребности заказчика в объеме производимых подводных земляных работ.

Функциональные внутренние связи элементов системы определяются характером взаимодействий этих элементов. Следует отметить влияние внешних (подводных) условий на условия эксплуатации, физико-механические свойства грунта, а также на функции оператора и базовой машины. Так, увеличение глубины разработки в воде ведет к серьезному осложнению ведения работ из-за необходимости постоянного наблюдения за работой подводной машины, в том числе дистанционными методами. Понижение температуры водной среды также вызывает необходимость дополнительных мероприятий по защите аппаратуры и системы управления подводной техникой.

Существенное изменение рабочего процесса вносит фактор глубины погружения драглайна в воду (гидростатическое давление среды). С увеличением гидростатического давления возрастает сопротивление резанию связных грунтов, что требует дополнительной мощности привода и повышенного тягового усилия подводной машины.

Увеличение массы землеройного оборудования влияет двояко на эффективность разработки грунта: при работе на дне моря рост массы ухудшает управляемость подводной машины, вызывая увеличение числа воздействий оператора на органы управления, что, в конечном счете, влияет на эксплуатационную скорость и, следовательно, на производительность подводной машины. При работе экскаваторов в подводных условиях масса рабочих органов – драглайнов во многих их типах определяет величину усилия внедрения ковша в грунт. Необходимо отметить влияние массы землеройного оборудования, его рабочих органов на параметры выхода, например, тяговое сопротивление, величину удельной материалоемкости, а также влияние функций оператора и базовой машины на величины удельной материалоемкости и приведенных удельных затрат.

Удельное сопротивление грунта резанию и копанию (прочность грунта) определяет энергоемкость процесса резания и копания рабочим органом подводного экскаватора, а плотность, внутренняя влажность, зависящая от коэффициента фильтрации грунта, коэффициенты внешнего и внутреннего трения грунта и скорость копания определяют массу и характер транспортирования призмы волочения.

Параметрами выхода рабочего процесса, помимо указанных выше силы сопротивления резанию и копанию грунтов, тягового сопротивления движению, эксплуатационной скорости машины, являются мощность процесса копания с учетом влияния водной среды, производительность машины, величины удельной энерго- и материалоемкости, обобщенный удельный показатель, приведенные удельные затраты, а также ровность поверхности обработки дна причала моря. Все эти параметры выхода позволяют провести сравнительную оценку рабочих органов – драглайнов подводных экскаваторов различного конструктивного исполнения.

Указанные параметры системного анализа позволяют провести сравнительную оценку рабочих органов ковшового типа для разработки грунтов на дне водоема.

Резюме

Су асты жағдайларында топырақты қазып-жасау үрдісін жүйелі талдап шығару және ішкі құрылымдарына кіру параметрлері енгізілген. Экскаваторлардың шөміш түрлі жұмыс органдарының теңестіру бағасы берілген.

Summary

The below article identifies parameters of internal structure, parameters of entering in and out relating to the system analysis for the process of development of seabed surface performed under water. It also contains comparative analysis of work mechanisms of bucket type excavators

УДК 621.878.08

КазАТК

Поступила 2.01.06г.