

УДК 621.437

**В.Н. Литошенко, доцент, канд. техн. наук,**

**А.Р. Аблаев, доцент, канд. техн. наук,**

*Севастопольский национальный технический университет*

*ул. Университетская 33, г. Севастополь, Украина, 99053*

*E-mail: emss@stel.sebastopol.ua*

## **ОБОСНОВАНИЕ АГРЕГАТНОЙ МОЩНОСТИ ОСНОВНЫХ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРОВ МОРСКИХ ПЛАВУЧИХ БУРОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА**

*Представлены результаты исследования нагрузок энергетических установок морских буровых комплексов для разведки нефти и газа на континентальном шельфе и обоснования агрегатной мощности основных дизель-генераторов.*

*Ключевые слова:* платформа, скважина, бурение, лебёдка, нагрузка, основные дизель-генераторы.

**Актуальность задачи.** Постоянно растущие мировые цены на углеводороды делает рентабельной добычу нефти и газа со дна морей и океанов, создана целая индустрия морских буровых платформ (МБУ) для разведки морских месторождений из 556 самоподъёмных (СПБУ), 250 полупогружных платформ (ППБУ) и 118 буровых судов (БС) [1, 3]. Технологическое оборудование этих комплексов обеспечивают автономные энергетические установки (ЭУ), оснащённые основными (ОДГ) и вспомогательными дизель-генераторами (ВДГ), аналогичные судовым ЭУ. Однако, требования, предъявляемые к ЭУ и ОДГ, значительно отличаются от судовых.

**Постановка задачи.** Нагрузки ЭУ МБУ состоят из нагрузок бурового комплекса  $N_{БК}$ , нагрузок системы позиционирования (ППБУ и БС) или подъема платформы над поверхностью моря  $N_{П}$  (СПБУ), общесудовых и бытовых нужд МБУ  $N_{ОСБ}$ , которые ранжируются в зависимости от типа МБУ и режима работы: подготовка к переходу; переход к точке, позиционирование, подъем платформы (для СПБУ); и бурение скважины на заданную глубину (монтаж устьевого устройства, сборки инструмента и удлинения буровой колонны, приготовление и циркуляция бурового раствора, крепление скважины, исследование и каротаж, опробование горизонта, ликвидация или консервация скважины). *Целью данной статьи* является обоснование агрегатной (единичной) мощности и количества основных дизель-генераторов, которые составляют ЭУ МБУ.

**Решение задачи. Обоснование количества ОДГ в ЭУ МБУ.** В многофункциональных ЭУ МБУ большую часть бурового оборудования (буровая лебёдка – БЛ, буровые насосы – БН, ротор – Р) и электробур, цементировочные насосы – ЦН, якорные лебёдки и подруливающие устройства (системы позиционирования) и другие менее мощные потребители), имеют электропривод постоянного тока и относятся к электропотребителям 1 категории, для которых, согласно «Правил устройства электроустановок (ПЭУ)», необходимо питание от двух независимых источников энергии с включением второго источника после аварии первого через 30 с.

Выбор способа резервирования зависит от интенсивности развития отказа технологического процесса и наносимого отказом ущерба. При стоимости скважины несколько десятков \$ млн. («прихват инструмента» или бурильной колонны в необсаженной части скважины или снос БС или ППБУ от устья скважины, аварийная остановка ОДГ и время пуска и приёма нагрузки резервным ОДГ) оказывают основное влияние на вероятность потери скважины и величину ущерба.

ЭУ МБУ обычно комплектуются ОДГ или основными газотурбогенераторами (ОГТГ) с агрегатной мощностью  $N_e^{ca} = 0,5 \dots 3$  МВт, время пуска и приема нагрузки, которыми даже из «горячего резерва» превышает 30. Более безопасным способом резервирования является обеспечение нагрузки режима несколькими работающими ОДГ (ОГТГ), суммарная мощность которых превышает необходимую нагрузку ЭУ на данном режиме на мощность одного ОДГ ( $N_e^{ca}, n_{гд}$ ). Т.е. из условия, что при аварии одного ОДГ (ОГТГ), оставшиеся в работе ОДГ (ОГТГ) обеспечат нагрузку режима (один ОДГ (ОГТГ) как бы находится в «ненагруженном» или «вращающемся» резерве). Это увеличивает выработку ресурса и увеличивает расход топлива ОДГ, особенно при низких коэффициентах загрузки и используется, в основном, для турбинных установок электростанций, способных длительно работать на «холостом ходу».

Для ОДГ «вращающийся резерв» используется только на самом ответственном режиме «цементирования скважины», а в остальных случаях общепринято использовать «горячий резерв», когда один из ОДГ все время поддерживается в предпусковом состоянии. Это нарушает требования ПЭУ о времени ввода резерва энергообеспечения и увеличивает вероятность «потери скважины». Во всех перечисленных случаях общее количество ОДГ (ОГТГ), обеспечивающих режим, составляет:  $(n_{гд} + 1)_p$ .

При этом уменьшается агрегатная мощность ОДГ (ОГТГ) ( $N_e^{эд}$ ), но уменьшается также установленная мощность ( $N_e^{уст}$ ) за счет уменьшения резервной мощности [5 – 7].

МБУ относятся к саморемонтирующимся комплексам, т.е. для них не предусмотрен плановый заводской ремонт с выводом всего технического средства из эксплуатации, а установлено дополнительное количество одноименного оборудования, которое по мере необходимости выводится из эксплуатации для проведения плановых или аварийных технических обслуживаний и ремонтов (ТОР), поэтому минимальное число ОДГ ЭУ составляет  $n_{одг} \geq 3$  [5 – 7]. В качестве примера в таблице 1 представлены габаритные и мощностные характеристики построенных СПБУ.

При спуско-подъемных операциях замены долота (СПО, когда при спуске (подъеме) одной свечи, состоящей из 2-3 буровых труб, на 2-5 минут выключается ротор (электробур), включается буровая лебедка, ) и спуске обсадных труб и при бурении, когда для промывки забоя через 15 минут выключается ротор и включается буровая лебедка и происходит приподъем инструмента – нагрузки ЭУ МБУ носят импульсно-циклический характер.

Таблица 1 – Характеристики построенных СПБУ

Наименование СПБУ \ Характеристика	С-66	Сулген Мастер П	Консталелейшен	Норд Стар	Орлон	Георг Ф.Феррис	Петрол 61	Селнет	Ил Де Франс	Гольфштайт	«Каспий», «Сиваш»	«Хазар»	«Апшерон»	«Азербайджан»	«Мурманская»
Глубина моря, м	30	90	90	60	84	60	104	60	60	67	60	60	15	70	100
Длина, м	65	55	55	52	55	58	70	55	55	54	57	50,5	37,2	54	109
Ширина, м	35,7	51	46	40	46	37,4	61	53	53	45	47,4	45	17,8	27	77
Высота борта, м	4,3	7,15	5,6	5,6	5,6	5,2	-	6,7	7,2	6,0	7,2	7,2	4	5	9,7
Водоизмещение, т	7473	9000				4500				8610	10400	8160	1680	4200	14800
Количество и длина колонн, м	4×54	3	4×108	4×82	4×117	3	3	5	5	4×122	4×100	4×94	4	4×50	3×146
Форма СПБУ и тип колонн	прямо-угольн. трубч.	тре-угольн	прямоугольная			треугольная		пятиугольн. ая		четыреугольная					прямо-угольн. ая
Экипаж, чел.	64	65	52	72	72	22	54	54	-	85	48	40	37	48	84
Глубина скважины, м	6000	6000	6000	6000	6000	5400	9000	7500	6000	7500	6000	6000	1800	3000	6000
Грузоподъемность, тс	500	500	500	500	500	500	500	500	450	620	320	450	50	300	650
Мощность привода БЛ, кВт	1030	2×1000	1840	1325	1325	1473	1473	1180	1030	1180	1265	1105		650	1475
Мощность привода БН, кВт	1000	1000	1180	910	960	650	1180	1180	1130	1180	810	920	235	975	650
Установленная мощность, кВт	5300	7360				2950	6200	5900	7300	4420	4800	5150	736	2310	6000

Выбор типа двигателя, главной передачи ОДГ В качестве приводов генераторов в ОДГ используются дизели, газодизели, газомоторы и газотурбинные двигатели. При включении БЛ время работы электродвигателей составляет менее 30%, а увеличение нагрузки происходит от 15-30% до 50-110% номинальной мощности ОДГ, что значительно не только снижает средний коэффициент загрузки ЭУ, но и может привести к отключению ОДГ автоматикой при выключении БЛ, так как ДВС, работающих по нагрузочной характеристике, резко набирает обороты и ограничитель максимальных оборотов выключает двигатель.

До настоящего времени наибольшее влияние на выбор типа привода генераторов оказывали традиционные решения аналогичных наземных буровых установок, имеющих, в основном, индивидуальный или групповой привод технологического оборудования. Учет морских условий эксплуатации, оптимизация характеристик, централизация ЭУ позволяют предъявить к ОДГ современных МБУ ряд основных требований:

- приспособленность к морским условиям работы (влажный с большим содержанием солей воздух, засорение и обрастание внутренних полостей систем охлаждения забортной воды, ледовые условия в зимний период, большая автономность и др.);

- ограниченные агрегатные мощности, малые средние загрузки, длительная работа малой нагрузке или на холостом ходу, импульсно-циклический характер нагрузок при работе буровых лебедок, высокая приемистость, развитое резервирование мощности;

– жесткие массо-габаритные требования, определяемые глубиной моря над разрабатываемым месторождением, агрегатные методы монтажа и ремонта, саморемонт, повышенные требования к надежности характеристикам;

– использование высокоэкономичных приводов генераторов, утилизация теплоты вторичных энергоресурсов, более низкий уровень квалификации (чем на морском флоте и судоремонтных заводах) машинной команды и оплата труда в зависимости от скорости проходки скважины, приспособленность к автоматизации, дистанционному управлению и безвахтенному обслуживанию;

– обеспечение пожаро- и взрывобезопасности, охраны окружающей среды и обитаемости помещений ЭУ, соответствие правилам Морского Регистра судоходства, СОЛАС-74, МАРПОЛ 73/78, МКУБ и других конвенций ИМО.

Наибольшее распространение на отечественных МБУ получили отечественные высоко- и среднеоборотные ДВС, отвечающие поставленным требованиям: типа 1-24ДГ (6ЧН 30/38) агрегатной мощностью  $N_e^{ea} = 1000$  кВт при 750 об/мин со скоростью нагружения  $t_{нагр} = 893$  кВт/с, временем пуска/переходного режима  $t_{пуска}/t_{перех} = 8/5$ , с, временем холостого хода  $t_{хх} = 1$  ч, полным ресурсом  $R_{\Sigma} = 80000$  ч/25лет, массой 26,8 т и более современного типа 6-9ДГ(16ЧН 26/26)  $N_e^{ea} = 2000$  кВт при 750 об/мин, временем пуска/переходного режима  $t_{пуска}/t_{перех} = 8/5$ , с, временем холостого хода  $t_{хх} = 5$  ч, полным ресурсом  $R_{\Sigma} = 100000$  ч/20лет, массой 41,5 т, а также ДГРА 500/500 (8ЧН 25/34) агрегатной мощностью  $N_e^{ea} = 500$  кВт при 500 об/мин, массой 20,8 т. В США для морского бурения используют ОДГ: фирмы «Форд мотор Ко», «АЛКО энежин див. Вайт индастриал пауэ» модели Пауэ-Босс 251 = F1 (мощностью 1100 кВт) и Пауэ-Босс 251 F (мощностью 3300 кВт), «ВАКЕША Друссер индустриал» модели Дрил-Пэк 1100, «Каменс энджин Ко» модели VTA-1710 GS-GG. «Стюарт энд Стивенсон» модели 20V645 GDT и 40V645 GDT и другие [11].

Для стабилизации оборотов ОДГ небольших мощностей можно дополнительно устанавливать инерционные накопители энергии, в т.ч. включением с помощью гидротрансформаторов.

Отечественные блоки передвижных электростанций на основе авиационных ГТД ПО «Мотор Січ» типа ПАЭС-2500, ПАЭС-1500 для работы на МБУ мало приспособлены, т.к. выполнены из не коррозионно стойких материалов и не приспособлены для работы на влажном морском воздухе со значительным количеством солей.

Использование ГТД на дорогом привозном дизельном топливе нерационально, кроме того они имеют меньшую приемистость, чем ДВС и без специальной модернизации значительно снижают экономичность на частичных нагрузках. Для обеспечения надежной работы ГТД необходима совершенная система сепарации влаги принимаемого атмосферного воздуха.

Опыта использования ГТД в СНГ на МБУ не накоплено. Отечественное СПБ «Машпроект» разработало новое поколение судовых ГТГ, отличающееся современными уровнями экономичности и надежности, отвечающего мировым стандартам. Для ГТГ больших мощностей, обслуживающих многофункциональные ЭУ энергетических и буровых платформ, приемистость не играет большого значения, т.к. суммарные сбросы и набросы нагрузки одновременно работающих БУ относительно невелики, а в качестве топлива может использоваться продукт скважины (природный или попутный газ) [5]. Дальнейшее увеличение стабильности частоты можно достигнуть за счет выполнения ГТД обновляемыми, что значительно увеличивает момент инерции роторов ГТД и генератора (ГТД-2500, ГТД-3200.а) В США для МБУ накоплен опыт использования ГТД на стационарных буровых и энергетических платформах: фирмы «Гаррет корпарейшен» типа IE 990-SOA, «Солар див.интернейшн» типа «Харвестер Марс», «Дженерал моторс» типа 570К, «Авко корпарейшен» типа «Супер TF -40» [11].

Использование ГТГ в сочетании с утилизационными котлами позволяет полностью обеспечить потребности МСБУ в паре, в т.ч. и для интенсификации добычи нефти.

Централизация ЭУ подразумевает использование главной электропередачи. В связи с тем, что большинство главных технических средств МБУ требуют электропривод постоянного тока, в современных ЭУ используют электрогенераторы переменного тока, безмашинные тиристорные преобразователи, что значительно упрощает и увеличивает надежность ЭУ. В эксплуатирующихся установках иногда используют смешанные передачи на постоянном и переменном токе (первичные двигатели приводят генераторы постоянного или переменного тока или на одни те же первичные двигатели навешаны генераторы как постоянного, так и переменного тока, используемые поочередно в зависимости от потребностей или параллельно. В таблице 1 представлены характеристики СПБУ «Хазар» оборудованных ОДГ постоянного и переменного тока, однако это увеличило установленную мощность ЭУ СПБУ за счёт двукратного резервирования. Реже встречаются ЭУ, работающие по схеме Вард-Леонарда (с машинными преобразователями).

Ввиду наличия на технических средствах технологического оборудования, по мощности соизмеримого с ОДГ, иногда используют для него индивидуальный привод непосредственно от первичного двигателя. В этом случае возникают затруднения компановочного характера и растет установленная мощность ЭУ за счет увеличения резерва мощности.

В случае необходимости привода малого количества технологического оборудования или использования сухопутного технологического оборудования с традиционным индивидуальным или групповым приводом ухудшаются все характеристики ЭУ за счёт увеличения резерва мощности.

**Обоснование единичной (агрегатной) мощности ОДГ.** В общем виде требования к выбору агрегатной мощности ГД ( $N_e^{ед}$ ), многофункциональных ЭУ можно представить в виде неравенств:

- с последовательным выполнением функций:

$$N_e^{ед} = f(N_e^{Fi}, N_e^{FiP}, k_3^{Fi}, k_3^{FiP}, b_e^{min}, \Delta N_e^{ВЭУ});$$

- с параллельно-последовательным выполнением функций:

$$N_e^{ед} = f\left[\left(\sum_1^m N_e^{Fi} k_3^{Fi}\right)_{max}, \left(\sum_1^k N_e^{Fi} k_3^{Fi}\right)_{max}, N_e^{\Phi(1...m)P}, k_3^{\Phi(1...m)P}, N_e^{\Phi(1...k)P}, k_3^{\Phi(1...k)P}, (b_e^{min})^{\Phi(1...m)}, (b_e^{min})^{\Phi(1...k)}, \Delta N_e^{ВЭУ} \dots \right],$$

где  $N_e^{Fi}$ ,  $N_e^{\Phi(1...m)}$ ,  $N_e^{FiP}$ ,  $N_e^{\Phi(1...m)P}$  – нагрузки ЭУ соответственно для выполнения  $(I-m)$  функций,  $\Delta N_e^{ВЭУ}$  – затраты мощности ГЭУ на ВЭУ, и резервные мощности ЭУ,  $k_3^{Fi}$ ,  $k_3^{FiP}$  – коэффициенты запаса мощности на этих режимах,  $b_e^{min}$ ,  $(b_e^{min})^{\Phi(1...m)}$ ,  $(b_e^{min})^{\Phi(1...k)}$ , минимальные удельные эффективные расходы топлива на этих режимах, для которых необходимо обеспечить не только max возможные энергозатраты при параллельном выполнении  $(1...m)$ ,  $(1...k)$ , функций и соответствующее резервирование мощности, но и добиться min затрат топлива на этих режимах при обеспечении заданной надежности энергообеспечения режима

Реальным методом решения этой задачи является уменьшение  $N_e^{ед}$ , что приводит также к уменьшению  $N_e^{уст}$  (с учетом резервирования), но при этом растут капитальные и эксплуатационные затраты, массогабаритные и динамические характеристики ЭУ, так как увеличивается число ОДГ ( $n_{гд}$ ). Например, если для СПБУ «Каспий» максимальная режимная мощность ЭУ ( $N_e^{ФБ, ОСБ}$ ) $_{max} \leq 2000$  кВт, то возможны следующие варианты комплектации, (смотри таблицу 2).

Таблица 2 – Варианты комплектации ЭУ

Агрегатная мощность	$(N_e^{\Phi, ОСБ})_{max}$ , кВт	$N_e^P$ , кВт	$N_e^{top}$ , кВт	$N_e^{уст}$
$N_e^{ед} = 500$ кВт	500×4	500	500	3000
$N_e^{ед} = 750$ кВт	750×3	750	750	3750
$N_e^{ед} = 1000$ кВт	1000×2	1000	1000	4000
$N_e^{ед} = 2000$ кВт	2000×1	2000	2000	6000

Выбор агрегатной мощности  $N_e^{ед}$  по максимальной мощности режима не учитывает продолжительности работы ЭУ на этом режиме и небольших средних коэффициентов загрузки режима, что приводит к большим перерасходам топлива, поэтому, если известен опыт эксплуатации ЭУ с аналогичным технологическим оборудованием, то необходимо построить гистограммы нагрузок ЭУ за типовой эксплуатационный период (для МБУ – бурение скважины).

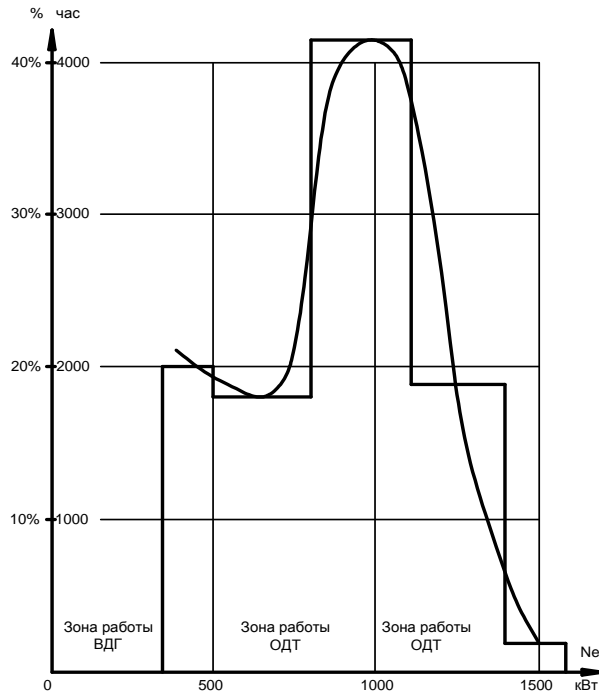
Так например, при бурении разведочной скважины № 6 на банке Андреева СПБУ «28 апреля» при  $H_6 = 6619$  м и за  $\tau_6 = 426$  суток получены статистические данные [5], представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Продолжительность нагрузок

Интервал нагрузок, кВт	Время бурения		
	сутки	часы	%
350-500	86	2000	20,2
500-800	77	1848	18
800-1100	179	4296	41,6
1100-1400	79	1896	18,5
1400-1600	5	120	1,7
	426	10224	100

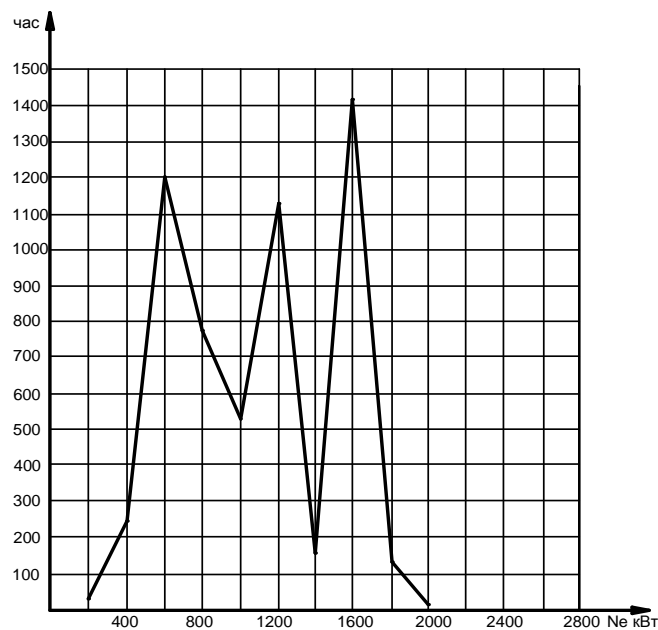
Гистограмма вышеприведенных нагрузок (рисунок 1) показывает, что наибольшее время МБУ проработала с нагрузкой 800-1100 кВт и оптимальным вариантом комплекта было бы использование на рабочем режиме бурения трех двигателей по 500 кВт. Так как период работы с  $N_e \geq 1500$  кВт совсем незначительный, в этот период можно не проводить ТОР с выводом ОДГ из эксплуатации. Установленная мощность ЭУ  $N_e^{уст} = n_{гд} N_e^{ед} = (3 + 1 + 1) 500 = 2500$  кВт. Однако проектанты в новых модификациях СПБУ (например «Мурманская») выбирают вариант –  $N_e^{уст} = 3 \times 2000 = 6000$  кВт, что не совсем рационально.

На рисунках 2 и 3 представлены гистограммы нагрузок при проходке других скважин этой СПБУ.



Скважина № 6 банки Андреева  $H_6 = 6619$  м,  $\tau_6 = 426$  суток  
Рисунок 1 – Гистограмма нагрузок ЭУ СПБУ типа «Бакы»

Более высоких  $k_3$  МБУ можно добиться при установке разномошностных ОДГ, но это потребует больших ограничений по времени проведения ТОР и наработка ОДГ разных мощностей будет резко отличаться.



Скважина № 1 ПБУ «Бакы»  $H_6 = 5000$  м,  $\tau_6 = 6465$  ч  
Рисунок 2 – Распределение мощности ЭУ по времени

Экипаж МБУ получает заработную плату в зависимости от скорости проходки скважины. Поэтому при СПО естественно увеличить ускорение и скорость подъема (спуска) буровой колонны в обсаженной части скважины, что может привести к перегрузке ОДГ, работающих в режиме СПО, более 10%, разрешенных в инструкции по эксплуатации ОДГ  $N_e^{ед} = 1000$  кВт, как это наблюдалось по машинному журналу при проходке первых скважин СПБУ «Бакы». Поэтому проектанты в последующем ограничили скорости СПО на этих режимах, а для более мощных ОДГ  $N_e^{ед} = 2000$  кВт появилась возможность увеличения скорости проходки скважин за счёт увеличения ускорений и скорости подъема (спуска) буровой колонны при большей мощности ЭУ на этих режимах.

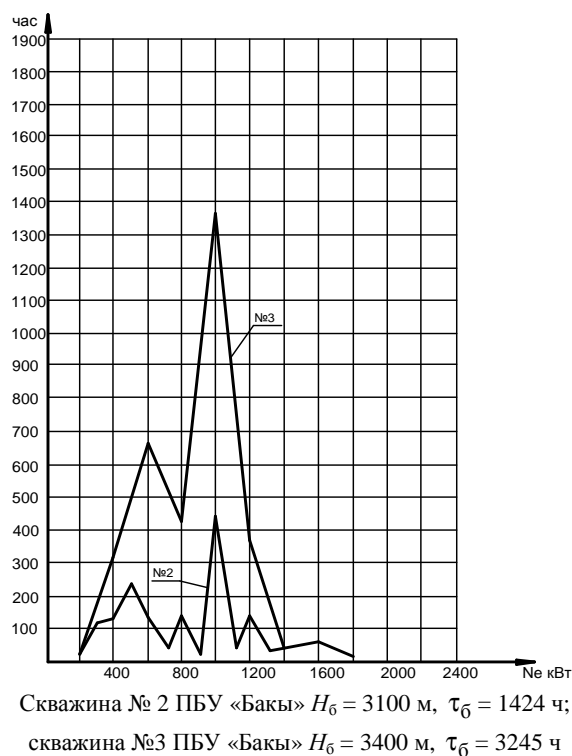


Рисунок 3 - Распределение мощности по времени ЭУ СПБУ типа «Бакы»

Как видно из таблицы 4, разведочные МБУ оснащаются технологическим оборудованием для бурения скважин глубиной  $H_6 = 6000 - 8200$  м, поэтому мощностные характеристики этого оборудования находятся в определённых пределах. Как видно из таблицы 5 при глубине бурения ПБУ составляет 6000-8200 м мощностные характеристики технологического оборудования разнятся мало:

- мощность буровых лебёдок составляет 1400-1840 кВт при максимальной скорости подъёма бурового инструмента 1,6-2,4 м/с и числе передач 1-4;
- мощность ротора составляет 355- 500 кВт при числе оборотов 120-240 об./мин. и числе передач 1-4;
- мощность бурового насоса составляет  $2 \times 600$ ,  $2 \times 850$ ,  $3 \times 850$ ,  $2 \times 1000$  и  $2 \times 1030$  кВт.

Поэтому число и мощность первичных ДВС и генераторов также отличается мало:  $2 \times 1400$  кВт (генераторы  $4 \times 600 + 2 \times 200$ ),  $3 \times 660$  кВт (генераторы  $3 \times 515$ ),  $3 \times 1400$  (генераторы  $3 \times 1120$ ),  $4 \times 1000$  кВт (генераторы  $4 \times 1000$ ),  $5 \times 1000$  (генераторы  $5 \times 1000$ ),  $3 \times 2000$  (генераторы  $3 \times 2000$  кВт.).

По-видимому, для МБУ следует создавать мощностные ряды на основе двигателей с унифицированными цилиндро-попоршневыми группами на основе размерности 26/26, 25/34, 12/18. Характеристики этих двигателей представлены в таблице 1 или использовать ОДГ зарубежного производства, например, типа Катерпиллер. По-видимому, при выборе агрегатной и установленной мощности ОДГ для СПБУ проекта 15402 –  $N_e^{уст} = 3 \times 2000 = 6000$  кВт проектанты посчитали возможным увеличение вероятности безотказной работы при увеличении коэффициентов загрузки основных технологических механизмов (для увеличения производительности буровых работ) с учетом работы в метеорологических условиях Северного Ледовитого океана и были ограничены с выпуском отечественных серийных типов ОДГ, так как при таком решении вопроса должно произойти уменьшение средних коэффициентов загрузки ОДГ и увеличение расхода топлива.

**Комплектация ВЭУ МБУ.** Комплектация ВЭУ многофункциональных технических средств с централизованными ЭУ отличается от комплектации традиционных ВЭУ однофункциональных транспортных установок:

- резко сокращается продолжительность работы ВЭУ, т.к. за счет ГЭУ обеспечивается выполнение всех вспомогательных нужд, а продолжительность работы ГЭУ значительно возрастает, а для некоторых технических средств обязательна непрерывная работа ГЭУ, например, для СБП, а работа ВЭУ необходима только в периоды штормовых отстоев в первый (буровой) период эксплуатации;

– при многоагрегатной ГЭУ резервирование ВЭУ можно осуществлять агрегатами ГЭУ ( $\Delta N_e^{ВЭУ}$ ). Поэтому ВЭУ по своим характеристикам приближается к аварийной ЭУ и их функции можно совместить:  $N_e^{уст\ ВЭУ} \geq N_e^{ВЭУ} > N_e^{АЭУ}$ .

Таблица 4 – Технические характеристики морских буровых установок

Тип БУ	1625 ДЕ	-1400 Е	ЕД 2500	ЭлектрохоII	Е-2500	ПБУ
Фирма	«Нейшнл Сапплай»	«Хазар» НДМ	«Айдеко»	«Континентал-Эмско»	«Скарабео» Айдеко пиньон	6000/60 УТМЗ
Страна	США	Голландия	США	США	Италия	СССР
Грузоподъемность, т	210	165/520	210/480	163/480	200	200/320
Глубина бурения, м	7600	6000	8200	6000	7000	6500
$N_{БД}$ , кВт	1840	1400	1840	1400	1840	1700
$V_{max}$ , м/сек	1,6	2,4	1,7	-	-	1,7
Число передач	4	4	2	1	4	2
Всп. тормоз	эл.магн.	эл.магн.	эл.магн.	эл.магн.	эл.магн.	прив.дв.
$N_p$ , кВт	370	500	-	500	355	400
$n_p^{max}$ , об/мин	-	240	-	-	-	120
Число передач	2	4	-	2	2	1
$N_{БН}$ , кВт	2×1000	2×1030	-	2×600	2×860	3×850
Эл. привод	Г-Д	Г-Д	Г-Д	Г-Д	ТП-Д	ТП-Д
Род тока генераторов и эл. двигателей	по	по	по	по	пер/по	пер/по
Число и мощность ОДГ, кВт	2×1400	3×1400	-	3×660	5×1000	4×1000
Число и мощность ВДГ, кВт	4×600 2×200	3×1120	-	3×51,5	5×200	2×200

Потребности в паре на большинстве технических средств ограничены собственными нуждами ЭУ, общесудовыми и бытовыми потребителями. Исключением является периодические затраты пара на термические способы интенсификации добычи нефти (закачивание пара в пласт, осуществляемые специальными котлами на большое давление пара).

Значительные мощности и продолжительность работы ГЭУ позволяет оснастить ОДГ утилизационными парогенераторами, а количество вспомогательных парогенераторов свести к минимуму. Отрицательными факторами в этом случае является невысокие агрегатные мощности и средние коэффициенты нагрузок ОДГ. Поэтому следует рассчитывать номинальные паропроизводительности УПГ на  $K_3^{sp} \leq 0,5$  и, по возможности, объединять газовыхлопы отдельных ГД для установки УПГ.

Потребности в пресной воде технических средств определяются не только бытовыми нуждами и для пополнения утечек пароконденсатных и дизельных охлаждающих трактов, но и технологическими нуждами (приготовление буровых растворов, закачивание пара в пласт.). Наиболее рациональной будет комплектация ЭУ утилизационными опреснительными установками. Однако малые коэффициенты загрузки ОДГ требуют дополнительного подвода тепла к греющей воде охлаждения I контура от паровых водоподогревателей (пар УПГ) или электроподогревателей (при малых нагрузках ГД).

**Выводы.** Представленные методы комплектации ЭУ МБУ позволяет оценить оптимальные мощностные ряды ОДГ,  $N_e^{ГД}$  для проектируемого морского комплекса в целом и разработать перспективную моторостроительную программу, подчинив ее специфичным условиям эксплуатации.

#### **Библиографический список использованной литературы**

1. Анализ современного состояния морских технических комплексов / В.Г. Франчук, В.П. Чуприн, Я.С. Яримийчук, И.И. Шваченко, О.В. Струневич // Нефть и газ. — 2009. — № 9. — С. 22–30.
2. Самоподъемные буровые установки: аналитический обзор // Нефть и газ. — 2010. — № 1. — С. 28–39.
3. Эра дешёвого газа минула / Е. Бакулин, Ю. Борисов, Я. Яримийчук, И. Шваченко // «Держава, 2000». — № 21 (511). — 28 мая – 3 июня 2010. — С. 1–2.
4. Литошенко В.Н. Комплектация энергетических установок морских плавучих кранов / В.Н. Литошенко, В.М. Ципин. — Л.: Судостроение, 1983. — № 6. — С. 22–24.
5. Литошенко В.Н. Режимы работы специализированных судовых энергетических установок: методические указания для выполнения курсового проекта (СевГТУ) / Сост. В.Н. Литошенко. — Севастополь СевГТУ, 2000. — 96 с.

6. Методы повышения надежности и эффективности элементов энергетических установок судов технического флота / В.Н. Литошенко [и др.]. — Киев: О-во «Знание» УССР, 1979. — 25 с.

7. Повышение надежности энергетического обеспечения морских буровых работ / В.Н. Литошенко [и др.]. — Киев: О-во «Знание» Украинской ССР, 1980. — 24 с.

8. Литошенко В.Н. Проектирование и модернизация судовых энергетических установок: учебное пособие с грифом Министерства образования и науки Украины / В.Н. Литошенко. — Севастополь: СевНТУ, 2012. — 172 с.

9. Шкута А.Ф. Оптимизация систем электроснабжения предприятий газовой промышленности. Научно-технический обзор / А.Ф. Шкута, И.А. Трегубов // Транспорт и хранение газа. — М.: ВНИИЭГазпром, 1977. — 52 с.

10. Шостак В.П. Эффективность техники освоения океана (направление проектных исследований) / В.П. Шостак. — Киев: Наукова думка, 2002. — 135 с.

11. Лобанов В.А. Справочник по технике освоения шельфа / В.А. Лобанов. — Л.: Судостроение, 1983. — 288 с.

*Поступила в редакцию 30.04.2013 г.*

**Літошенко В.М., Аблаєв А.Р. Обґрунтування агрегатної потужності основних дизель-генераторів морських плавучих бурових комплексів для розвідки родовищ нафти і газу**

Представлені результати дослідження навантажень енергетичних установок морських бурових комплексів для розвідки нафти і газу на континентальному шельфі і обґрунтування агрегатної потужності основних дизель-генераторів.

**Ключові слова:** платформа, свердловина, буріння, лебідка, навантаження, основні дизель-генератори.

**Litoshenko V.N., Ablayev A.R. Ground of aggregate power of basic diesel-generators of marine floating borings complexes for secret service of deposits of oil and gas**

The presented results of research of loading of power plants of marine borings complexes are for secret service of oil and gas on a continental shelf and ground of aggregate power of basic diesel-generators.

**Keywords:** platform, mining hole, boring drilling, winch, loading, basic diesel-generators.