

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА МЕХАНИЗМОВ НЕВОДНОГО ЛОВА В ДЕЛЬТЕ р. ВОЛГИ

Инженер С. С. ТОРБАН

Введение

За последние годы проведены исследования траловых и сейнерных лебедок, завершается работа по методике расчета отдельных специфических узлов промысловых механизмов. Настоящее исследование по своему направлению и задачам является продолжением указанных выше работ; основная его цель — обосновать исходные расчетные данные для проектирования неводных лебедок и механизации спуска и подтягивания пятого крыла речного невода.

В 1950—1951 гг. мы исследовали усилия, действующие на пятое и бежное крыло речных закидных неводов на пятнадцати наиболее характерных тонях дельты р. Волги, где, как известно, неводное рыболовство имеет исключительно важное значение. Исследования проводили с неводами длиной от 250 до 900 м и высотой стены от 6 до 20 м. В этих экспериментах участвовало более двухсот начальников тоней, бригадиров и рыбаков, неизменная помощь которых способствовала успешному проведению данного исследования. В экспериментальных работах принимал участие лаборант ВНИРО М. С. Викторин.

Усилия, действующие на невод, и методика их измерения

Речной закидной невод в процессе лова находится под воздействием следующей системы сил:

- 1) силы поддержания со стороны поплавков;
- 2) силы веса сетного полотна, канатов и грузил;
- 3) силы трения нижней подборы о дно реки;
- 4) давления потока на сетное полотно или сопротивления воды движению сетного полотна;
- 5) усилия, приложенного к бежному клячу;
- 6) усилия, приложенного к пятому клячу.

Под влиянием этой системы сил невод, деформируясь, перемещается вдоль тони.

Изменяя соотношение между указанными силами, сплывающему неводу придают такую форму, которая обеспечивала бы наибольшую уловистость.

Обычно же на данной тоне неводу придают желаемую форму еплывания, изменяя лишь усилия, прилагаемые к бежному и пятому клячам.

На основании исследований сопротивления сетей при их движении в воде, проведенных заслуженным деятелем науки и техники профессором Ф. И. Барановым [3], зависимость между усилиями, прилагаемыми

к клячам невода в процессе его тяги, и сопротивлением воды движению невода может быть представлена в виде уравнения:

$$P = \varphi(R),$$

$$R = f(V_p, V_6, V_n, \Phi, A),$$

где: V_p — скорость течения в различных точках реки на участке тони;
 V_6 — скорость тяги бежного крыла;
 V_n — скорость спуска пятного крыла;
 Φ — форма невода, приобретаемая им в процессе сплыwania;
 A — величина, зависящая от площади невода, диаметра нити, коэффициента посадки и др.

Величины V_6 , V_n и Φ находятся в сложной взаимозависимости и изменение одной из них вызывает как непосредственные, так и косвенные изменения других. Вследствие этого аналитическое решение задачи становится практически невозможным.

Поэтому проф. Ф. И. Баранов предложил метод механической имитации работы орудий лова [4] и графоаналитический метод расчета речных закидных неводов [5], которые позволяют рассчитывать конструкцию орудий лова, отвечающих конкретным условиям данной тони.

Однако эти методы дают лишь частное решение задачи в зависимости от специфических особенностей тони, гидрологического режима реки и принятого или запроектированного режима работы невода.

Мы же должны обосновать расчетные параметры для проектирования унифицированных промысловых механизмов, а поэтому важны не частные случаи, а некоторые общие характеристики, свойственные процессу неводного лова.

Пятное крыло речного закидного невода в процессе одного производственного цикла проходит путь от замета до притонка, при этом пятной кляч перемещается параллельно бровке берега. В зависимости от гидрологического режима водоема, соотношения длины невода и тони, а также в соответствии с промысловыми требованиями пятное крыло на одном участке тони спускают, с кратковременными торможениями, на другом — подтягивают. С промысловой точки зрения наиболее напряженным является первый участок, на котором производят спуск невода.

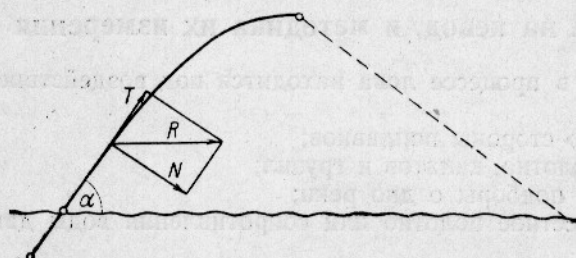


Рис. 1. Схема действия усилий при спуске пятного крыла.

При торможении пятного крыла (рис. 1) пятчик уравнивает некоторую слагающую (T) давления потока (R) на невод:

$$T = R \cos \alpha,$$

α — угол между пятным крылом и береговой линией.

Сила T стремится оторвать пятное крыло от берега, а усилие, развиваемое пятчиком при торможении, удерживает невод в нужном положении у берега.

Из этого уравнения видно, что с уменьшением угла α (наклона пятного крыла к берегу) сила T увеличивается. Однако это справедливо лишь для некоторых пределов изменения угла.

Наблюдения показывают, что сила T достигает при торможении максимального значения, когда угол α равен 35—40°; если же он меньше 35—40°, то сила T начинает уменьшаться. Уменьшение силы T вызывается в этом случае уменьшением общего давления R потока на невод.

При тяге бежного уреза и крыла невода преодолевают силу сопротивления воды его движению и силу трения нижней подборки о дно реки.

Величина усилий, развиваемых при тяге бежного уреза и крыла невода, спуске и подтягивании пятного крыла, а также характер изменения этих усилий в течение всего процесса лова, являются важнейшими данными для расчета механизмов неводного лова.

Основным методом исследования указанных усилий был принят метод динамографирования. Схемы включения динамографа в пятной и бежной урезх показаны на рис. 2 и 3.

Так как динамограф включен в бежной урез через оттяжку по указанной схеме (рис. 3), то фактическое усилие, действующее на лебедку, не считая потерь от трения в блоке, можно определить по формуле:

$$P = \frac{1}{2} Q,$$

где Q — показание динамографа.

В качестве контрольно-измерительных приборов использованы тяговый гидравлический динамограф системы ВИСХОМ и тяговый пружинный динамограф системы акад. В. П. Горячкина [9].

Усилия, действующие на пятное крыло невода

На основе многочисленных материалов динамографирования процесса спуска пятного крыла невода можно отметить, что общей особенностью динамограмм является совершенно отчетливо выраженный прерывистый характер действующего усилия.

Усилия во время торможения постепенно возрастают от нуля до максимального значения для данного торможения, затем в течение непродолжительного времени остаются постоянными и с прекращением торможения мгновенно падают до нуля. Количество «циклов нагрузки» на динамограмме соответствует количеству торможений пятного крыла.

Последнее торможение на закрепе более продолжительно по сравнению с предыдущими, и характер изменения усилий в процессе этого торможения несколько отличен от ранее рассмотренного.

На рис. 4 представлены три графика касательных усилий, действующих на пятной урез невода. Эти динамограммы¹ получены нами на тонях «Краснознаменная» Оранжерейного комбината, «Нижнестехановская» колхоза Красная Пятилетка Икрянинской МРС и «Авангардная» Образцово-Травинского рыбозавода.

Продолжительность спуска невода от замета до закрепа, количество торможений невода и максимальные нагрузки в процессе торможений в каждом рассматриваемом опытном притонении различны.

Так, процесс спуска пятного крыла на тоне «Авангардная» длится 25 мин., а на тоне «Нижнестехановская» — 18 мин. Количество торможений невода на тоне «Краснознаменная» — 8, а на тоне «Авангардная» — 17. Максимальное усилие, действующее на пятной урез на тоне «Краснознаменная», — 1020 кг, а на двух других — 900 и 950 кг.

Однако несмотря на различие в продолжительности спуска пятного крыла, количестве торможений и величине максимальных усилий, указанные графики отражают некоторую общую закономерность изменения усилий, воздействующих на пятной урез невода.

Для более полного анализа результатов динамометрирования рассмотрим обобщенную динамограмму этого же процесса (рис. 5).

После отдачи пятного кола на берег начинается замет. Анализируя участок динамограммы 0—1, мы видим, что с начала замета в течение

¹ В приведенных динамограммах изменены масштабы времени и усилия.

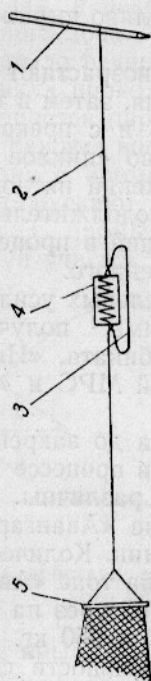


Рис. 2. Схема включения контрольно-измерительного прибора в пятной урез невода:
1—пятной кол; 2—пятной урез; 3—слабина пятного уреза; 4—динамограф;
5—пятное крыло.

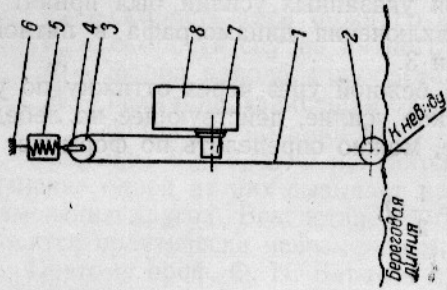


Рис. 3. Схема включения контрольно-измерительного прибора в бежной урез невода:

1—бежной урез; 2—лобовой ролик; 3—конфис-блок; 4—серьга динамографа; 5—динамограф; 6—жесткая опора; 7—барабан лебедки; 8—лебелка.

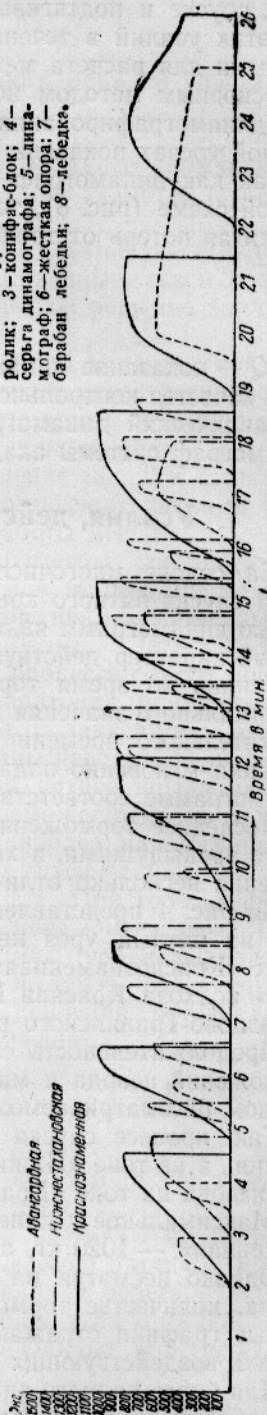


Рис. 4. Графики изменений усилий (Т), действующих на пятное крыло речного закидного невода тони „Авангардная“, „Нижнестанаховская“, „Краснознаменная“.

2—4 мин. силовой отметчик динамографа чертит линию, совпадающую с нулевой, т. е. усилия равны нулю.

Хронометраж процесса спуска пятного крыла показывает, что продолжительность периода от начала замета до начала воздействия усилия

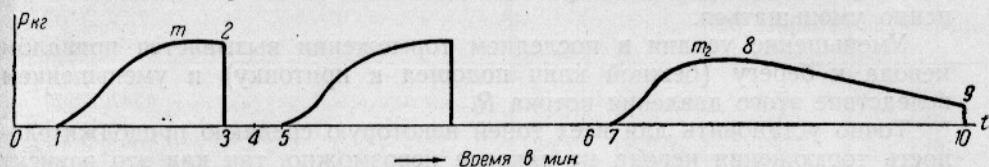


Рис. 5. Обобщенная динамограмма процесса спуска пятного крыла.

различна не только для разных тоней, но зачастую неодинакова и на одной и той же тоне.

Этот период практически не превышает 5 мин. и зависит в основном, при стабильных условиях главных факторов, от формы замета невода.

Таблица 1

Наименование тони	Дата	Продолжительность периода (в мин.)
Белячная	15/VIII 1950 г.	03
„	15/VIII 1950 г.	02
„	8/IX 1950 г.	01
Нижнестахановская	2/IX 1950 г.	03
„	3/IX 1950 г.	04
Левая Шага	16/X 1950 г.	05
Левая Плотовая	28/IX 1950 г.	02

Чем больше выметан невод навстречу течению, тем этот период длительней, и наоборот. При замете невода по течению усилия начинают воздействовать на пятной урез почти мгновенно.

Когда угол между направлением пятного крыла и берегом начинает уменьшаться и становится меньше 90° , сила T начинает плавно расти. Момент начала торможения невода соответствует на динамограмме точке 1, момент максимального усилия — точке m . После того, как сила T достигнет максимального значения, усилие остается в течение непродолжительного времени примерно постоянным (участок $m-2$), что соответствует углу $\alpha = 35-40^\circ$.

Обеспечив неводу необходимую задержку (участок 1—2), пятчик выворачивает пятной кол, усилие падает и достигает нуля в точке 3. Точка 3 соответствует моменту начала свободного сплывания невода.

После торможения пятчик в течение некоторого времени в зависимости от хода невода дает последнему свободное сплывание, при этом пятчик с колом перемещается вдоль тони, несколько опережая сплывающее пятное крыло.

Выбрав новую точку торможения, он устанавливает кол и занимает удобное для этой цели положение (точка 4). В промежутке между двумя торможениями (3—4) $T = 0$.

В точке 4 невод еще продолжает в течение некоторого времени свободно сплывать (точка нового торможения была выбрана впереди пятного крыла), и усилие T продолжает оставаться равным нулю (4—5). Затем процесс изменения усилия протекает так же, как и в ранее рассмотренном случае.

Последнее торможение на закрепе отличается от предыдущих большей продолжительностью и характером изменения усилия.

Из динамограмм следует, что торможение (кроме последнего на закрепе) прекращают тогда, когда сила T или продолжает еще расти, или остается в течение непродолжительного времени постоянной. В последнем торможении усилие возрастает до точки m , затем начинает постепенно уменьшаться.

Уменьшение усилия в последнем торможении вызывается привалом невода к берегу (бежной клыч подошел к притонку) и уменьшением вследствие этого давления потока R .

Точно установить для всех тоней некоторую среднюю продолжительность торможения невода на закрепе невозможно, так как это зависит при данных конкретных условиях от формы замета и от характера спуска невода на всем участке от замета до закрепа.

Таблица 2

Наименование тони	Дата	Продолжительность торможения на закрепе (в мин.)	Продолжительность спуска невода (в мин.)
Рот Фронт	17/VIII 1950 г.	07	27
" "	17/VIII 1950 г.	04	25
" "	18/VIII 1950 г.	06	30
Пионерская	21/VIII 1950 г.	03	21
"	22/VIII 1950 г.	05	22
Краснознаменная	31/VIII 1950 г.	03	29
Лицевая	15/X 1950 г.	08	50

Табл. 2 показывает, что продолжительность торможения пятного крыла на закрепе (участок 6—10) не превышает в приведенных опытных притонениях 8 мин.

Общая продолжительность спуска пятного крыла невода от замета до закрепа, как и продолжительность торможения невода на закрепе, различна для разных тоней и обуславливается неодинаковыми техническими характеристиками неводов, тоней и особенностями каждого отдельного притонения.

На тоне «Лицевая» общая продолжительность спуска невода — 50 мин., а на тоне «Гандуринская» — 20 мин., при этом на первой тоне длина невода около 900 м, а на второй — 360 м. Продолжительность спуска невода на тонях «Краснознаменная» и «Рот Фронт» примерно одинакова и колеблется в пределах от 25 до 30 мин. Продолжительность рассматриваемой операции на тоне «Пионерская» значительно меньше, чем на тоне «Рот Фронт», так как длина неводов на этих тонях соответственно равна 250 и 330 м.

Усилия торможения достигают наибольшего значения не на закрепе, как это предполагали ранее, а, как правило, до закрепа.

В 13 опытных притонениях усилия при торможениях до закрепа были больше, чем при торможении на закрепе (табл. 3). В опытном притонении на тоне «Рот Фронт» 24 мая 1950 г. максимальные усилия до закрепа достигали 1800 кг, а при торможении на закрепе — всего 740 кг. На этой же тоне в другом опытном притонении усилия при торможении пятного крыла были соответственно 1250 и 930 кг и т. д.

Только на двух тонях «Гандуринская» и «Лицевая» усилия на закрепе были больше, чем до закрепа. На тоне «Гандуринская» в торможениях, предшествующих закрепу, усилия достигали всего 100 кг, а при торможении на закрепе усилия достигали 370 кг. На тоне «Лицевая» — соответственно 820 и 890 кг. Характер распределения усилий на этих двух тонях по сравнению с другими зависит от принятого на этих тонях

Таблица 3

Наименование тони	Дата	Максимальное усилие (в кг)	
		до закрепа	на закрепе
Пионерская	21/VIII 1950 г.	1200	700
Рот "Фронт"	21/VIII 1950 г.	1500	640
" "	24/V 1950 г.	1800	740
Белячная	17/VIII 1950 г.	1250	930
" "	15/VIII 1950 г.	1000	600
" "	15/VIII 1950 г.	1650	700
" "	8/IX 1950 г.	1100	800
Авангардная	23/IX 1950 г.	950	600
Нижнестахановская	3/IX 1950 г.	890	540
Гандуринская	17/IX 1950 г.	100	370
Краснознаменная	31/VIII 1950 г.	1020	800
Кировская	30/IX 1950 г.	1000	840
Лицевая	15/IX 1950 г.	820	890
Левая Шага	16/X 1950 г.	800	330
Парижская Коммуна	3/X 1950 г.	400	130

режима работы. Анализ динамограмм процесса спуска пятного крыла на тоне «Гандуринская» указывает на некоторое своеобразие этого процесса.

Количество торможений пятного крыла не превышает трех, первое — на замете, второе — примерно посередине между заметом и закрепом и третье — на закрепе. Первые два торможения непродолжительны и усилия в процессе этих торможений едва достигают 100 кг. Последнее же торможение (на закрепе) более продолжительно, при этом усилия достигают 370 кг. Специфические условия данной тони определили соответствующий режим работы невода, при котором многочисленные и продолжительные торможения пятного крыла излишни. Указанные два опытных притонения, в силу своеобразия режима работы неводов на этих тонах, ни в какой мере не опровергают вывода о том, что усилия в процессе торможений пятного крыла до закрепа больше, чем на закрепе. Это лишний раз подчеркивает взаимосвязь между нагрузками, воздействующими на отдельные части невода, и принятым режимом его работы.

Скорость течения в реке, обуславливающая режим работы невода, является главным фактором, определяющим усилия, действующие на пятное крыло невода. В табл. 4 приведены данные, характеризующие результаты динамографирования процесса спуска пятного крыла невода на тоне «Рот Фронт» Оранжевого комбината.

Таблица 4

№ тормо- жений	Максимальные усилия при торможении (в кг)		№ тормо- жений	Максимальные усилия при торможении (в кг)	
	24/5 1950 г.	17/8 1950 г.		24/5 1950 г.	17/8 1950 г.
1	750	750	10	1100	900
2	600	1250	11	1800	—
3	750	350	12	1000	—
4	880	450	13	1100	—
5	1300	550	14	1100	—
6	1300	600	15	1000	—
7	1300	600	16	1000	—
8	1500	250	17	740	—
9	1700	650			

Сопоставление этих данных показывает, что, несмотря на одинаковую продолжительность спуска пятного крыла от замета до закрепя в обоих опытных притонениях, количество торможений и величина усилий совершенно различны.

В опытном притонении, произведенном в мае при больших скоростях

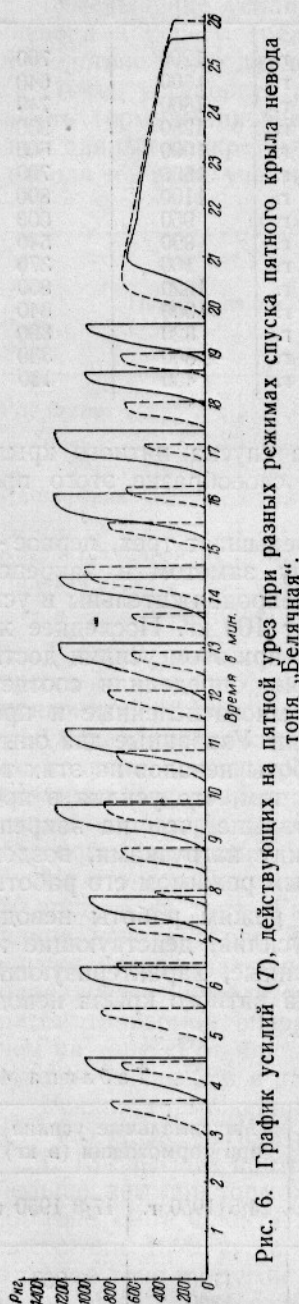


Рис. 6. График усилий (T), действующих на пятной урез при разных режимах спуска пятного крыла невода тона „Белячная“.

течения (весенний паводок), количество торможений пятного крыла достигло 17, в другом же притонении, произведенном в августе, количество торможений было всего 10 (табл. 4). Между тем, максимальное усилие в первом случае достигло 1800 кг, а во втором — 1250 кг. В первом притонении в 9 торможениях из 17 усилия превышали 1000 кг, во втором — только один раз. Естественно, что в первом притонении работа с пятным колом была довольно трудная и требовала большого опыта и внимания пятчика. В летний период пятчик относительно легко справляется с возложенными на него обязанностями, хотя и в этом случае оперировать пятным колом, находящимся под нагрузками, достигающими тонны, весьма опасно.

В период весеннего паводка усилия, воздействующие на пятной урез и кол, значительно увеличиваются и работать с неводом становится трудно; поэтому искусственно снижают эти усилия, значительно укорачивая длину невода, увеличивая длину тони и уменьшая ширину замета невода. В этих случаях замет невода производят не на $\frac{2}{3}$ ширины реки, как указано в правилах рыболовства, а всего на $\frac{1}{2}$ или даже еще меньше. Уменьшение длины невода и глубины замета ведет к уменьшению площади облова.

Воздействие столь больших усилий в процессе спуска невода отрицательно сказывается на его уловистости.

В процессе торможения пятные подборы сильно натягиваются, поэтому нижняя подбора отстаёт от грунта, образуя просвет между сетным полотном и дном реки. В этот просвет устремляется рыба, которая старается выйти из облавливаемого пространства.

По данным Д. Н. Анисимова, под пятное крыло уходит до 20% рыбы. Поэтому весьма важным, с точки зрения промысла, является вопрос о возможности снижения усилий, действующих на пятное крыло невода. Причем это снижение усилий ни в какой мере не должно наносить ущерб уловистости неводов.

Рассмотрим динамограммы двух опытных притонений на тоне «Белячная» (рис. 6). Опытные притонения были произведены одним и тем же неводом, причем продолжительность спуска пятного крыла была примерно одинаковой для обоих притонений. Характеристика усилий, действовавших на пятной урез в процессе этих притонений, дана в табл. 5.

Из табл. 5 видно, что в опытном притонении 1 было сделано 12 торможений пятного крыла. В этом притонении максимальные усилия до

Таблица 5

№ тормо- жений	Максимальные усилия при торможении (в кг)		№ тормо- жений	Максимальные усилия при торможении (в кг)	
	притоне- ние 1	притоне- ние 2		притоне- ние 1	притоне- ние 2
1	1000	800	11	980	600
2	1150	700	12	690	600
3	970	850	13	—	1000
4	1250	740	14	—	800
5	1150	650	15	—	650
6	1200	420	16	—	500
7	1200	700	17	—	650
8	1250	840	18	—	700
9	1230	730	19	—	700
10	1000	800			

стигли 1250 кг. В 9 торможениях усилия были равны или превышали 1000 кг. Пятной урез и пятные подборы работали с большим напряжением. В опытном притонении 2 количество торможений пятного крыла равно 19. Однако в этом притонении максимальные усилия достигли всего 1000 кг, причем в 16 торможениях усилия колебались в пределах 800 кг.

Таким образом, при одних и тех же конкретных условиях спуск пятного крыла можно производить по-разному, но в этом случае усилия, воздействующие на пятной урез, и подборы находятся в прямой зависимости от количества и продолжительности каждого торможения.

В опытном притонении 1 (рис. 6) усилия были чрезмерно велики, а количество торможений всего 12. Пятчик работал хотя и в опасных, но более легких условиях, чем во втором случае, так как он не так часто переносил пятной кол на новое место. В притонении 2 работа пятчика менее опасна, так как усилия при торможениях значительно ниже, но при этом трудоемкость процесса спуска крыла несколько больше, так как пятчик вынужден за один и тот же промежуток времени выполнить 19 торможений. Не вызывает сомнений, что в опытном притонении 2 невод находился в более благоприятных условиях.

Следовательно, чем больше количество торможений, тем меньше усилия при торможениях. Необходимо отметить, что при частых и кратковременных торможениях не только уменьшаются усилия, воздействующие на пятное крыло невода, но и улучшаются условия лова, так как невод сплывает более ровно. Ф. И. Баранов [2] отмечает по этому поводу, что «не следует сразу чрезмерно задерживать невод: он захватывает меньше рыбы, ибо бежное крыло приближается к берегу».

Наиболее целесообразен в этом отношении такой режим спуска невода, при котором количество торможений было бы по возможности больше. Он обеспечивал бы минимальные усилия в пятном урезе и подборах невода и вместе с тем улучшал бы условия лова. Такой режим спуска возможен только при полной механизации данного процесса; в этом случае можно заменить большое количество кратковременных торможений непрерывным плавным спуском крыла невода под некоторым натяжением.

В зависимости от скорости течения в реке можно указать на два варианта спуска пятного крыла: без торможений и с непрерывным, но неполным торможением.

При спуске пятного крыла по первому варианту полностью устраняются недостатки, свойственные спуску пятного крыла с периодическими торможениями, так как усилия подтягивания ничтожно малы по сравнению с усилиями при торможении. При спуске пятного крыла без торможений невод плывет с устойчивым пятным крюком от замета до притонка.

Недостатком этого метода спуска пятного крыла является то, что он, как правильно отмечает В. В. Борищев [7], требует более длинных тоней.

Однако самым главным в этом вопросе является то, что спуск пятного крыла без торможения от замета до притонка возможен лишь при небольших скоростях течения, что, кстати сказать, упускает В. В. Борищев. Не случайно, что этот способ спуска пятного крыла нашел широкое распространение на Дону и почти совершенно не применяется на Волге.

Плавный спуск пятного крыла невода при непрерывном, но неполном торможении дает возможность резко снизить усилия, действующие на пятной урез и пятные подборы, и тем самым избежать те недостатки, которые свойственны спуску пятного крыла при помощи кола. По сравнению с первым вариантом этот метод спуска пятного крыла не обеспечивает сплывания невода с устойчивым пятным крюком. Однако он имеет и одно важное преимущество — не требует удлиненных тоней и может быть осуществлен на обычных тонях, при относительно высоких скоростях течения.

Для осуществления этих методов спуска пятного крыла необходимо механизировать процесс, создать такой агрегат, который позволил бы в зависимости от конкретных условий данной тони осуществить спуск пятного крыла или совсем без торможений, или с непрерывным, но неполным торможением.

Механизация процесса спуска пятного крыла позволит не только избежать рассмотренных нами отрицательных явлений, связанных с техникой неводного лова, но и значительно облегчить труд пятчиков и подпятчиков.

Подтягивания пятного крыла от закрепа до притонка производятся с более или менее одинаковой скоростью. Усилия подтягивания колеблются в пределах 40—50 кг и редко достигают 100 кг.

Приведенный анализ экспериментального материала позволяет сделать некоторые выводы.

1. Величина усилий, действующих на пятной урез и пятные подборы невода, зависит на данной конкретной тоне от:

- а) скорости течения;
- б) формы замета;
- в) режима тяги бежного крыла;
- г) режима спуска пятного крыла;
- д) технических характеристик невода.

2. График усилий, действующих на пятной урез и крыло невода в процессе его спуска от замета до закрепа, носит ярко выраженный прерывистый характер.

3. Усилия во время торможений пятного крыла при нормальном режиме работы не превышают по нашим наблюдениям 1800 кг.

4. Максимальные усилия, действующие в процессе торможения на пятное крыло невода, направлены под углом 35—40° к линии берега.

5. Спуск пятного крыла с периодическими торможениями вызывает чрезмерные нагрузки на пятной урез и пятные подборы невода и обуславливает преждевременный износ и аварии орудий лова. Вместе с тем, такой метод спуска пятного крыла отрицательно влияет на уловистость неводов.

6. Величина усилий может быть снижена путем увеличения числа торможений и уменьшения их продолжительности. Наилучшим режимом спуска пятного крыла следует считать спуск крыла при некотором непрерывном, но неполном торможении. При небольших скоростях течения спуск крыла следует производить без торможений.

Усилия, действующие на бежной урез и бежное крыло невода

Исследование усилий в процессе тяги невода показывает, что каждая динамограмма этого процесса состоит из двух частей, из которых первая соответствует тяге бежного уреза, вторая — тяге рабочей подборы. Между этими частями динамограммы находится участок, на котором усилия равны нулю. Начало этого участка соответствует моменту окончания тяги бежного уреза, а его окончание — началу тяги бежного крыла.

На участке динамограммы, который отражает тягу бежного уреза, усилия в течение непродолжительного времени остаются постоянными, затем начинают расти, достигая максимума перед подходом кляча к притонку.

Рост усилий на этом участке происходит неравномерно. В некоторые моменты общий рост усилий прерывается кратковременным их падением и затем последующим новым ростом. Наряду с кратковременными изменениями наблюдаем и мгновенные изменения тяговых усилий.

На участке динамограммы, который отражает тягу рабочей подборы, усилия падают плавно по мере выборки крыла невода.

В начале тяги усилия достигают максимума, а в момент подхода к притонку приводов — минимума.

На рис. 7¹ показаны графики изменения усилий в процессе трех притонений на тонях «Бригадная» Тумакского рыбозавода, «Молодежная» Оранжерейного комбината и «Авангардная» Образцово-Травинского рыбозавода.

Продолжительность тяги бежного уреза и бежного крыла на тоне «Бригадная» равна 65 мин., а на тоне «Авангардная» — 32 мин. Процесс выборки бежного уреза длится на тоне «Молодежная» 15 мин., на тоне «Авангардная» 12 мин. и на тоне «Бригадная» 24 мин. Величины максимальных усилий на этих участках динамограммы равны соответственно 500, 420 и 360 кг. Несмотря на то, что указанные динамограммы получены в опытных притонениях на различных тонях, с различными характеристиками неводов, режимов работы, скоростей течения, они имеют общий характер. Во всех трех опытных притонениях усилия тяги постепенно возрастают по мере выборки бежного уреза и достигают максимума перед подходом бежного кляча к притонку. При тяге крыла невода тяговое усилие по мере выборки рабочей подборы плавно падает. На этих графиках в период тяги бежного уреза отчетливо видны некоторые кратковременные и мгновенные изменения тягового усилия. Это же свойственно динамограммам, полученным и на других тонях.

Сходство динамограмм, полученных в совершенно различных условиях, свидетельствует о том, что они отражают некоторые общие закономерности изменения тяговых усилий при выборке бежного уреза и крыла невода. Поэтому результаты динамометрирования на пятнадцати наиболее характерных тонях можно распространить и для подавляющего большинства тоней дельты р. Волги.

На основании полученного экспериментального материала построена обобщенная динамограмма² процесса тяги невода. Эта динамограмма (рис. 8) представляет собой ломаную линию 0—0'—1—2—3—3'—4—5—6—7—8, отдельные участки которой характеризуют различные моменты тяги невода.

Для того чтобы лучше уяснить характер изменений усилий, рассмотрим пределы изменения скоростей тяги в течение всего процесса выборки невода.

¹ Вследствие изменения масштаба времени и сил мгновенные изменения тяговых усилий показаны отдельно в виде участков действительных динамограмм.

² В обобщенной динамограмме не показаны кратковременные и мгновенные изменения усилий, которые будут рассмотрены отдельно.

В первый момент тяги бежного уреза скорость выборки должна быть максимальной, чтобы быстрее выбрать слабину уреза и сплыванию невода придать нужную форму. Скорость выборки слабины колеблется в пределах 75—80 м/мин. (участок динамограммы 0—1, рис. 8).

Особенно важно выбирать урез с этой скоростью в весенний период, когда скорости течения максимальны и невод сплывает очень быстро. Если своевременно не подобрать слабину уреза, то невод, увлекаемый течением, расправляет созданный при замете бежный крюк, а затем при последующем его сплывании середина невода «выдувается», что отрицательно сказывается на уловистости.

Это конечно не означает, что скорости тяги могут быть какими угодно большими. При очень больших скоростях тяги и малых скоростях течения невод не успевает сплыть и сокращается время активного состояния невода.

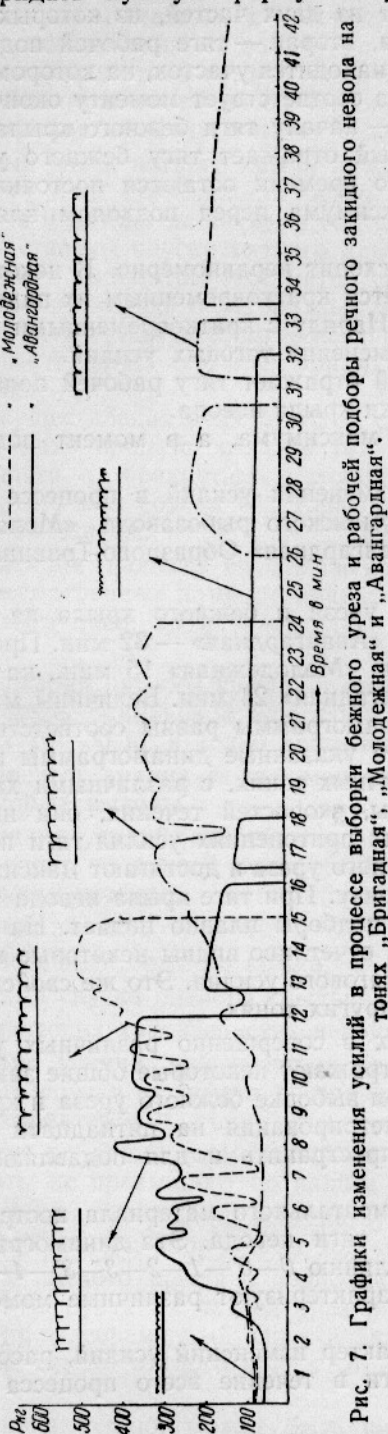
После выборки слабины усилия тяги постепенно возрастают и бежной кляч начинает перемещаться под влиянием не только течения, но и усилия тяги. В этот момент скорость тяги быстро снижают и за 5—7 мин. до подхода бежного кляча к притонку скорость тяги достигает 10—12 м/мин. (участок динамограммы 1—3, рис. 8).

Промежуточные скорости тяги невода полностью определяются конкретными условиями данной тони, так как при работе с неводом надо уметь сочетать скорости течения в реке со скоростями тяги лебедкой.

После того, как бежной кляч подойдет к притонку, начинают тянуть бежное крыло за рабочую подбору. Если при тяге уреза скорости изменяются в довольно широких пределах, то в процессе тяги бежного крыла (участок динамограммы 5—8, рис. 8) скорости остаются практически постоянными и не превышают 10—12 м/мин.

Участок динамограммы 0—1

(рис. 8) соответствует первой фазе тяги невода, т. е. с момента подачи бежного уреза на лебедку до начала «набивки» уреза. Усилие тяги на этом участке характеризуется ординатами 0'—0 в начальный период и 1'—1 в конечный. Продолжительность этого процесса характеризуется



абсциссой $0'-1'$. Многочисленные данные показывают, что выборка слабины уреза редко продолжается более 3—5 мин., при этом усилия тяги обычно не превышают 50—100 кг. В течение первого периода тяги уреза усилия затрачиваются, в основном, на преодоление сопротивления воды движению ненагруженного каната и частично на преодоление трения его о грунт.

После того, как слабина уреза выбрана и бежное крыло начинает перемещаться под влиянием течения и усилия тяги, нагрузки на бежной урез постепенно возрастают, достигая максимума в момент захода бежного крюка за линию притонка.

Этот момент тяги невода характеризуется линией 1 и 2, а его продолжительность — участком $1'-2'$.

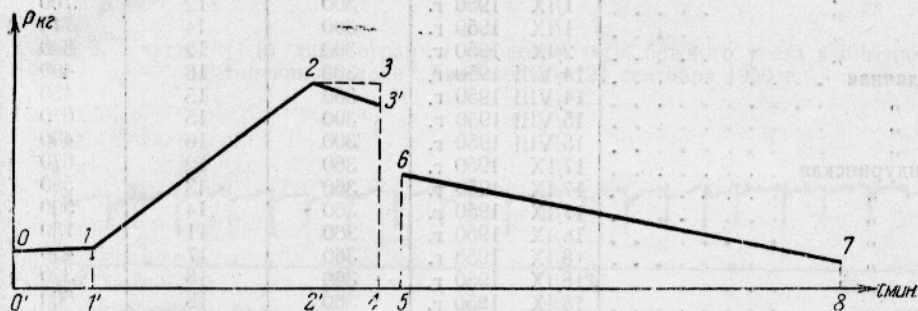


Рис. 8. Обобщенная динамограмма процесса тяги бежного уреза и бежного крыла невода.

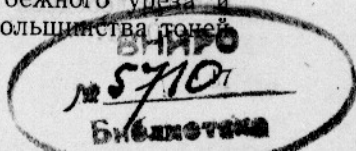
В зависимости от характера распределения скоростей течения у притонка усилия тяги до подхода бежного кляча к притонку остаются или постоянными, или несколько падают, так как к этому моменту невод уже начинает выходить из зоны больших скоростей течения и постепенно приваливает к берегу. В первом случае усилия тяги в процессе подхода бежного кляча к притонку характеризуются участком динамограммы 2—3, а в другом, наиболее часто встречающемся, — участком 2—3'.

После подхода бежного кляча к притонку тяга невода прерывается на 1—2 мин., в течение которых подвязывают «подачу» (вспомогательный канат) к рабочей подборе. Усилия тяги падают до нуля. Продолжительность тяги бежного уреза выражается абсциссой $0'-4$, а максимальное усилие — ординатой $2'-2$.

Продолжительность тяги бежного уреза, т. е. участка 1—4, как и величина максимальных усилий, чрезвычайно различна не только для разных тоней, но и на одной и той же тоне в различных притонениях.

В табл. 6 приведены некоторые данные, характеризующие продолжительность тяги бежного уреза и максимальные усилия, действующие на канат в течение этого процесса. Как видно из табл. 6, продолжительность тяги бежного уреза не одинакова, например, на тонях «Нижнестанаховская» и «Белячная», где средняя продолжительность этого процесса на первой тоне 12—13 мин., а на второй — 15—16 мин., хотя на обеих тонях длина бежных урезов одинакова.

Продолжительность данного процесса на тоне «Краснознаменная» колеблется в пределах от 16 до 21 мин. Эти колебания в разных притонениях на одной и той же тоне, например, на тонях «Гандуринская», «Краснознаменная» и др., объясняются, в основном, различной формой замата и трудностью выдержать определенный режим тяги бежного уреза и спуска пятного крыла в различных притонениях. Для большинства тоней



средняя продолжительность данного процесса колеблется в пределах от 12 до 20 мин.

Таблица 6

Наименование тони	Дата эксперимента	Длина бежного уреза (в м)	Продолжительность тяги бежного уреза (в мин.)	Максимальные усилия (в кг)
Рот Фронт	17/VIII 1950 г.	350	15	600
"	17/VIII 1950 г.	350	16	600
Нижнестахановская	1/IX 1950 г.	300	12	600
"	1/IX 1950 г.	300	11	500
"	1/IX 1950 г.	300	13	780
"	1/IX 1950 г.	300	12	700
"	1/IX 1950 г.	300	14	775
"	2/IX 1950 г.	300	12	600
Белячная	14/VIII 1950 г.	300	16	400
"	14/VIII 1950 г.	300	15	450
"	15/VIII 1950 г.	300	15	650
"	15/VIII 1950 г.	300	16	400
Гандуринская	17/IX 1950 г.	360	12	670
"	17/IX 1950 г.	360	13	550
"	17/IX 1950 г.	360	14	500
"	18/IX 1950 г.	360	11	750
"	18/IX 1950 г.	360	17	420
"	18/IX 1950 г.	360	18	320
"	18/IX 1950 г.	360	18	600
"	18/IX 1950 г.	360	12	550
Краснознаменная	16/V 1950 г.	400	21	400
"	16/V 1950 г.	400	17	675
"	16/V 1950 г.	400	16	800

Начало тяги бежного крыла (точка 5) характеризуется мгновенным ростом усилий (ордината 5—6), которые, достигнув в начале тяги 350—400 кг (в большинстве случаев 200—300 кг), затем постепенно снижаются по мере выборки крыла невода. Линия 5—6 показывает процесс изменения усилий в период тяги бежного крыла, а абсцисса 5—8 — его продолжительность. Скорость тяги рабочей подборы остается примерно одинаковой на всем протяжении процесса тяги и редко превышает 10—12 м/мин.

Продолжительность тяги рабочей подборы зависит в основном только от длины бежного крыла (табл. 7).

Таблица 7

Наименование тони	Длина невода (в м)	Продолжительность тяги бежного крыла (в мин.)
Бригадная	500	39
"	500	39
"	500	38
Коллективная	380	26
Левая Шага	500	36
Пятилетка	370	25
"	370	23

В тот момент, когда привода подходят к притонку, тяга бежного крыла прекращается (точка 8) и начинается выборка остальной части невода вручную. Величина тягового усилия в момент прекращения тяги невода лебедкой (ордината 7—8) едва достигает в обычных условиях 50—70 кг.

Рассмотрим мгновенные изменения тяговых усилий, которые наблюдаются в процессе тяги уреза и крыла невода.

Изучение динамограмм процесса тяги невода на разных тонях и реках дельты р. Волги показывает, что мгновенные изменения тягового усилия наблюдаются на большинстве тоней.

На рис. 9, 10, 11, 12 представлены различные участки двух динамограмм, полученных на тонях «Авангардная» и «Парижская Коммуна».

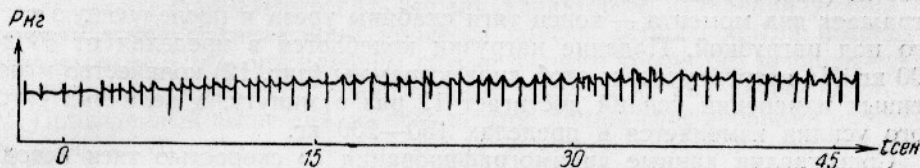


Рис. 9. Участок (1-й) динамограммы процесса тяги бежного уреза в опытном притонении на тоне „Авангардная“ 24 сентября 1950 г.

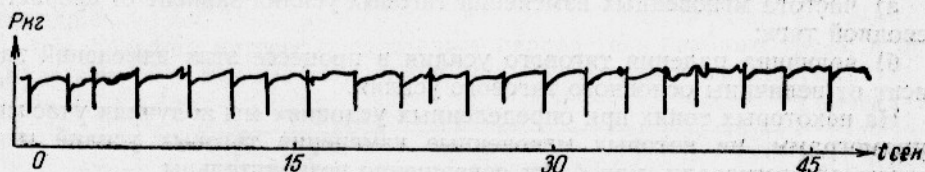


Рис. 10. Участок (2-й) динамограммы процесса тяги бежного уреза в опытном притонении на тоне „Авангардная“ 24 сентября 1950 г.

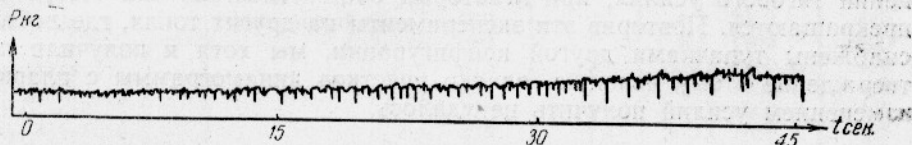


Рис. 11. Участок (1-й) динамограммы процесса тяги бежного уреза в опытном притонении на тоне „Парижская Коммуна“ 30 октября 1950 г.

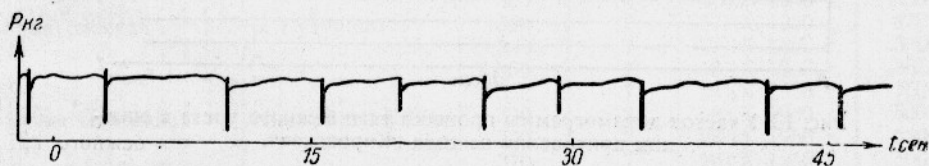


Рис. 12. Участок (2-й) динамограммы процесса тяги бежного уреза в опытном притонении на тоне „Парижская Коммуна“ 30 октября 1950 г.

Общей особенностью этих участков динамограмм является то, что процесс мгновенных изменений тяговых усилий носит как бы односторонний характер. Тяговые усилия мгновенно падают (вертикальные штрихи), а затем достигают прежнего значения и только в редких случаях возрастают до значений, несколько превышающих начальные.

Таким образом, изменения усилий в этом случае надо понимать, в основном, как процесс мгновенного падения нагрузки.

Первый участок динамограммы (рис. 9) показывает изменение тягового усилия в тот момент, когда производят тягу уреза под некоторой нагрузкой. Число мгновенных изменений силы P достигает на этом участке 70 раз в минуту. Падение тягового усилия колеблется в пределах 30—200 кг.

Второй участок (рис. 10) отражает момент тяги уреза перед подходом бежного кляча к притонку. На этом участке мгновенные изменения нагрузки происходят реже, чем на первом участке. Величина изменения нагрузки колеблется в пределах 200—300 кг.

Еще более резкие отличия в характере изменений тяговых усилий наблюдаются на участках динамограммы, полученной на тоне «Парижская Коммуна». Количество мгновенных изменений тягового усилия на первом участке (рис. 11) достигает 120 раз в минуту. Этот участок динамограммы отражает два момента — конец тяги слабины уреза и последующую тягу его под нагрузкой. Падение нагрузки колеблется в пределах от 30 до 200 кг. На втором участке этой динамограммы (рис. 12) количество мгновенных изменений усилий достигает 12 раз в минуту, а величина тягового усилия изменяется в пределах 150—200 кг.

Сопоставляя данные динамографирования со скоростью тяги невода в различные моменты процесса неводного лова, а также с величиной основного тягового усилия, характерного для этого участка динамограммы, мы можем предположить, что:

а) частота мгновенных изменений тяговых усилий зависит от скорости неводной тяги;

б) величина падения тягового усилия в процессе этих изменений зависит от величины основного тягового усилия.

На некоторых тонях при определенных условиях мы получили участки динамограмм, на которых мгновенные изменения тяговых усилий или совсем отсутствовали, или были совершенно незначительны.

Изучая условия, при которых получены участки динамограммы, указанного на рис. 13 вида, мы установили, что, изменяя количество витков каната на турачке лебедки, можно изменить частоту мгновенных изменений тягового усилия; при некоторых обстоятельствах они совершенно прекращаются. Повторив эти эксперименты на других тонях, где лебедки снабжены турачками другой конфигурации, мы хотя и получили подтверждение этому явлению, однако участков динамограммы с плавным изменением усилий получить не удалось.

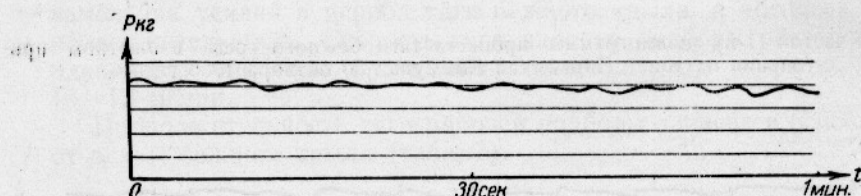


Рис. 13. Участок динамограммы процесса тяги бежного уреза в опытном притонении на тоне «Кировская».

В результате анализа экспериментального материала установлено, что мгновенные изменения тяговых усилий обуславливаются взаимодействием каната и тягового барабана — турачки; частота и величина этих изменений зависят от:

- а) геометрической характеристики (профиля) турачки;
- б) величины основного усилия, действующего на канат;
- в) скорости тяги каната;
- г) количества витков каната на турачке;
- д) состояния поверхности турачки;
- е) упругих свойств каната;
- ж) коэффициента трения каната о поверхность турачки.

Наряду с мгновенными изменениями тяговых усилий на динамограммах отчетливо видны некоторые кратковременные изменения этих усилий, которые присущи только процессу тяги бежного уреза и совершенно отсутствуют при тяге бежного крыла.

В результате одновременного динамографирования процесса спуска пятного крыла и тяги бежного уреза установлено, что эти кратковременные изменения усилий тяги бежного уреза обусловлены характером спуска пятного крыла. В период торможения пятного крыла усилия тяги бежного уреза несколько падают, а в период подтягивания пятного крыла (между двумя очередными торможениями) усилия тяги бежного уреза несколько возрастают.

Установленная взаимосвязь между характером изменения усилий на бежном урезе и характером процесса спуска пятного крыла позволяет сделать вывод, что при плавном спуске пятного крыла без периодических торможений усилия тяги бежного уреза должны несколько возрасти.

Приведенный выше анализ результатов динамографирования процесса тяги бежного уреза и бежного крыла неводной лебедкой дает в основном лишь качественную характеристику этого процесса. Рассмотрим теперь количественную сторону его, которая имеет решающее значение при выборе расчетных параметров для проектирования промысловых механизмов, мощности двигателя, а также для расчета некоторых элементов невода.

Наибольший интерес представляет период тяги бежного уреза, в процессе которого, как мы установили, усилия достигают максимума.

Таблица 8

Наименование тони	Наименование водоема	Длина невода (в м)	Высота невода (в м)	Дата	Максимальные усилия (в кг)
Коллективная . . .	Никитинский банк	380	9	4/X 1950 г.	445
" " " " " " " "	" " " "	380	9	4/X 1950 г.	400
Кировская	" " " "	475	7	30/IX 1950 г.	420
" " " " " " " "	" " " "	475	7	30/IX 1950 г.	485
" " " " " " " "	" " " "	475	7	30/IX 1950 г.	420
" " " " " " " "	" " " "	475	7	30/IX 1950 г.	485
Бригадная	Белинский банк	500	10	13/X 1950 г.	385
" " " " " " " "	" " " "	500	10	13/X 1950 г.	370
" " " " " " " "	" " " "	500	10	13/X 1950 г.	485
" " " " " " " "	" " " "	500	10	13/X 1950 г.	450
" " " " " " " "	" " " "	500	10	13/X 1950 г.	450
Гандуринская	р. Гудурино	360	7	17/IX 1950 г.	670
" " " " " " " "	" " " "	360	7	17/IX 1950 г.	550
" " " " " " " "	" " " "	360	7	18/IX 1950 г.	385
" " " " " " " "	" " " "	360	7	18/IX 1950 г.	750
Левая Плотовая . . .	Никитинский банк	370	7	28/IX 1950 г.	500
" " " " " " " "	" " " "	370	7	28/IX 1950 г.	550
" " " " " " " "	" " " "	370	7	29/IX 1950 г.	500
Нижнестахановская	Главный банк	300	18	21/V 1950 г.	930
" " " " " " " "	" " " "	300	18	1/X 1950 г.	600
" " " " " " " "	" " " "	300	18	1/IX 1950 г.	500
" " " " " " " "	" " " "	300	18	2/IX 1950 г.	780
Рот Фронт	Старая Волга	330	16	24/V 1950 г.	600
" " " " " " " "	" " " "	400	16	24/V 1950 г.	930

Процесс тяги бежного уреза на различных тонах характеризуется различными тяговыми усилиями, зависящими от многих факторов, достаточно полно рассмотренных выше. В табл. 8 приведены некоторые результаты динамометрирования процесса тяги бежного уреза на ряде тоней дельты р. Волги. Они показывают, что максимальные усилия, которые воздействуют на канат и лебедку, колеблются в очень широких пределах: от 370 до 950 кг.

На тоне «Бригадная» усилия колебались от 385 до 485 кг при длине невода на этой тоне 500 м. На тоне «Гандуринская» при длине невода 360 м максимальные усилия достигли 750 кг, т. е. значительно больше,

чем на предыдущей. Очевидно, что на величину усилия тяги уреза оказывает влияние не только длина (точнее, площадь) невода, но и скорость течения и режим тяги.

Характерно, что величина усилий на одной и той же тоне в нескольких следующих друг за другом притонениях не одинакова, причем колебания этой величины достигают значительных размеров.

На тоне «Бригадная» в четырех притонениях эти колебания достигли 100 кг (в пределах от 385 до 485 кг), а на тоне «Гандуринская» колебания величины максимальных усилий еще выше и достигают 365 кг (в пределах от 385 до 750 кг). Аналогичные колебания в большей или меньшей степени наблюдаются на всех тонах. Такие колебания объясняются специфическими условиями каждого притонения — формой замета, режимом тяги бежного крыла и спуска пятного, глубиной замета и т. д. В каждом рассматриваемом случае мы наблюдаем очень сложную взаимозависимость между величиной действующих усилий и режимами работы, скоростями течения и другими факторами.

Установилась точка зрения, что в период весеннего паводка усилия, действующие на бежной урез в процессе его тяги, значительно выше, чем в осенний период. Такие суждения имеют в своей основе тот бесспорный факт, что скорости течения в весенний период значительно больше, чем в другое время года; следовательно, и усилия, воздействующие на невод, выше. Это логическое умозаключение совершенно справедливо и оспаривать его невозможно. Тем не менее, сравнение результатов динамографирования, произведенных в опытных притонениях весной и осенью, не обнаруживают больших расхождений в величине усилий. Колебания между величинами максимальных усилий весной и осенью находятся примерно в пределах колебаний их во время опытных притонений одного и того же периода. В табл. 9 помещены некоторые сравнительные величины максимальных усилий, действующих на бежной урез в периоды весенних и осенних экспериментов.

Таблица 9

Наименование тони	Длина невода (в м)	Высота невода (в м)	Дата	Максимальные усилия (в кг)	
				бежной урез	бежное крыло
Рог Фронт	330	16	20/V 1950 г.	400	300
" "	330	16	22/V 1950 г.	500	250
" "	330	16	22/V 1950 г.	600	200
" "	330	16	22/V 1950 г.	650	250
" "	330	16	23/V 1950 г.	600	200
" "	330	16	23/V 1950 г.	500	250
" "	330	16	23/V 1950 г.	650	300
" "	400	16	24/V 1950 г.	950	400
" "	400	16	24/V 1950 г.	700	300
" "	360	16	17/VIII 1950 г.	600	285
" "	360	16	17/VIII 1950 г.	600	265
" "	360	16	17/VIII 1950 г.	585	265
" "	360	16	17/VIII 1950 г.	464	200
Белячная	300	18	29/V 1950 г.	500	150
" "	300	18	29/V 1950 г.	700	300
" "	300	18	30/V 1950 г.	450	300
" "	300	18	30/V 1950 г.	480	300
" "	300	18	15/III 1950 г.	650	250
" "	300	18	15/III 1950 г.	400	150
" "	300	18	15/III 1950 г.	500	200
" "	300	18	7/IX 1950 г.	550	250
" "	300	18	7/IX 1950 г.	540	200
" "	300	18	8/IX 1950 г.	500	225
" "	300	18	8/IX 1950 г.	375	225

На тоне «Рот Фронт» в опытных притонениях, проведенных с 20 по 23 мая, максимальные усилия, действующие на бежной урез, колебались в пределах от 400 до 650 кг и только в опытных притонениях 24 мая максимальные усилия достигли 950 и 700 кг. Последние два притонения носили несколько необычный для весеннего времени характер, так как нормальная длина невода была увеличена на 20%, а замет его производился специально под противоположный берег. Несмотря на эти дополнительные обстоятельства, тяговые усилия в этих притонениях не намного превышают усилия для обычных притонений при нормальной длине невода и общепринятых правилах замета. В остальных притонениях, произведенных на этой же тоне в мае 1950 г., усилия не превышали 650 кг.

Максимальные усилия в процессе тяги крыла невода в тех же притонениях колебались в пределах от 200 до 300 кг.

Для получения сравнимых данных в период осенней путины 1950 г. на тоне «Рот Фронт» была проведена вторая серия экспериментов.

Максимальные усилия в период тяги бежного уреза в этих опытных притонениях колебались от 465 до 600 кг, а в процессе тяги крыла невода — от 200 до 285 кг. Сравнивая результаты этих двух серий экспериментов, мы не обнаруживаем серьезных расхождений в величине максимальных усилий.

На тоне «Белячная» во время экспериментов, произведенных в период весенней путины, усилия в процессе тяги бежного уреза колебались в пределах от 400 до 700 кг, а при тяге крыла невода — от 150 до 300 кг. Для тех же процессов в период осенних экспериментов усилия были соответственно — от 400 до 650 кг и от 150 до 250 кг. Как и на предыдущей тоне, при сравнении двух серий экспериментов не обнаруживаем серьезных расхождений в величине действующих усилий.

Причина этого странного, на первый взгляд, явления состоит в том, что рост усилий свыше 800—900 кг, если неводные канаты находятся в длительной эксплуатации, вызывает частые аварии, т. е. рвутся бежные урезы или даже сам невод. Например, в опытном притонении на тоне «Нижнестахановская» I/VI 1950 г., при котором усилия достигли 930 кг, бежной урез рвался четыре раза, а в другом притонении при тех же нагрузках лопнул невод.

Многолетняя практика эксплуатации орудий лова в различное время года помогла выработать такие оптимальные режимы работы, при которых усилия во время весеннего паводка и в осенний период остаются почти одинаковыми в пределах 600—700 кг. Для этого с увеличением скорости течения изменяют длину тони, замет начинают выше по течению, чтобы в процессе спуска пятного крыла как можно больше привалить невод к берегу и вывезти его из зоны наибольших скоростей течения. Однако привал невода ведут таким образом, чтобы он хотя и медленно, но все-таки сплывал. Спуск пятного крыла и тягу бежного уреза производят таким образом, чтобы бежной кляч не заходил далеко за линию притонка и, следовательно, не образовывался бы большой бежной крюк.

Зачастую уменьшают также глубину замета и сокращают длину невода. Поэтому в динамограммах весеннего и осеннего периодов мы не обнаруживаем ожидаемых больших расхождений.

В результате многочисленных экспериментов установлено, что максимальные усилия в процессе тяги бежного уреза не превышают 950 кг (тони «Рот Фронт», «Нижнестахановская»). Можно с уверенностью утверждать, что при нормальных режимах работы это и есть тот предел нагрузок, которым характеризуется рассматриваемый процесс.

Однако максимальные усилия лишь частично характеризуют условия работы механизма, осуществляющего тягу невода и работу канатов. Важно знать продолжительность воздействия этих усилий и каким режимом нагрузок характеризуется каждый элемент тяги невода.

Рассмотрим четыре опытных притонения на тоне «Кировская» рыбо-
завода им. С. М. Кирова.

В 1-м и 3-м притонениях выборка бежного уреза продолжалась в те-
чение 20 мин., во 2-м — 19 мин. и 4-м — 21 мин. 30 сек. (рис. 14). Если
принять среднюю продолжительность тяги бежного уреза в 20 мин., то
усилия тяги по этапам будут в основном ха-
рактеризоваться следующими данными
(табл. 10).

Таблица 10

№ этапа	Время тяги (в мин.)	Усилия (в кг)	Примечание
1	0—5	80—200	Усилие в 250 кг действует в течение 1 мин.
2	5—10	200—250	
3	10—15	250—400	
4	15—20	400—600	

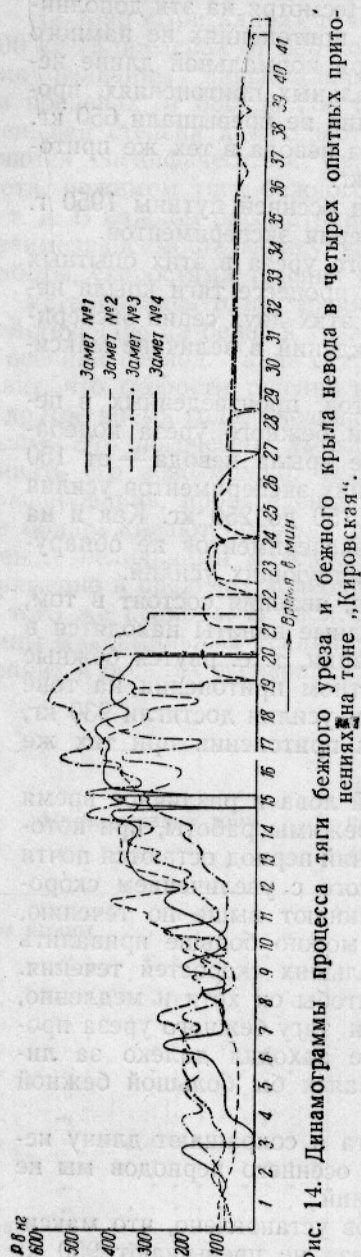


Рис. 14. Динамограммы процесса тяги бежного уреза и бежного крыла невода в четырех опытных прито-
нениях на тоне «Кировская».

Нетрудно заметить, что максимальные
усилия воздействуют на бежной урез и ле-
бедку всего лишь в течение последних 5 мин.
процесса тяги уреза. В предшествующие же
этапы усилия тяги значительно ниже. Сле-
довательно, лебедка в рассматриваемых
опытах притонениях работает при макси-
мальных усилиях только 25% времени от
общей продолжительности данного процесса,
остальные 75% она работает при усилиях,
значительно меньших.

На этой же тоне продолжительность тяги
бежного крыла 20—22 мин.; при этом уси-
лия тяги распределяются по этапам следую-
щим образом (табл. 11).

Максимальные усилия при этом дости-
гают 140—160 кг; однако продолжительность
воздействия этих усилий невелика и пример-
но равна 25% от общей продолжительности
тяги бежного крыла.

Таблица 11

№ этапа	Время тяги (в мин.)	Усилия (в кг)	Примечание
1	0—5	160—140	Усилие в 140 кг действует в течение 1 мин.
2	5—10	140—160	
3	10—15	100—80	
4	15—20	80—60	
5	20—22	60—60	

Следовательно, при общей продолжительности процесса тяги невода
в 40—42 мин. максимальные усилия в 400—600 кг действуют на лебедку
только в течение 5 мин., что составляет 12,5% от продолжительности
производственного цикла неводной тяги. В течение 62,5% времени уси-
лия не превышают 200 кг. Кроме того, усилия в 600 кг действуют только
2—3 мин.

Аналогичный характер распределения усилий можно наблюдать и при анализе динамограмм, полученных в опытных притонениях на других тонах.

Табл. 12 показывает, что продолжительность воздействия максимального усилия редко превышает 2 мин.

Таблица 12

Наименование тони	Продолжительность тяги бежного уреза (в мин.)	Максимальные усилия (в кг)	Продолжительность воздействия максимального усилия (в мин.)
Пионерская	14	300	1
"	12	475	1
"	13	420	1
Молодежная	12	500	1
Пятилетка	25	485	2
Левая Шага	17	400	2

Следовательно, сама по себе величина максимального усилия не дает еще достаточного представления о напряженности процесса тяги невода, а лишь частично его характеризует. Проведенный анализ усилий по элементам тяги значительно более полно характеризует происходящее в процессе тяги невода явления. Однако при последнем методе анализа экспериментального материала трудно получить сопоставимые результаты. Поэтому весьма интересным является анализ динамограмм по средним характеристикам.

Путем планиметрирования найдены средние усилия в период тяги бежного уреза ($P'_{ср.}$), средние усилия в период тяги бежного крыла ($P'_{ср.}$) и общее среднее усилие, характеризующее весь процесс тяги невода ($P_{ср.}$).

В опытном притонении на тоне «Левая Плотовая» (табл. 13) максимальные усилия в процессе выборки бежного уреза достигли 500 кг, а средние усилия, характеризующие этот процесс, не превышают 240 кг, т. е. 50% максимальных. Максимальные усилия при тяге бежного крыла были 300 кг, а средние — всего 100 кг.

Таблица 13

Наименование тони	Усилия при тяге бежного уреза (в кг)		Усилия при тяге бежного крыла (в кг)		Среднее усилие в цикле (в кг)
	максимальное	среднее	максимальное	среднее	
Левая Плотовая . .	500	240	500	100	170
Кировская	550	260	280	100	180
Рот Фронт	460	220	200	130	185

Общее среднее усилие, характеризующее весь процесс тяги невода, равно 170 кг. На тоне «Кировская» $P'_{ср.}$ равно примерно 50% максимального усилия, а $P_{ср.}$ — около 30%, т. е. сохраняются те же соотношения, что и на тоне «Левая Плотовая». Аналогичные соотношения наблюдаются на тоне «Рот Фронт» и др. Из табл. 13 видно, что неводные лебедки работают при весьма благоприятных режимах нагрузок, когда максимальные усилия действуют в течение очень непродолжительного промежутка времени, а средние усилия, являющиеся некоторой характеристикой напряженности работы механизма, в течение всего процесса достигают лишь 30% максимальных.

При расчете механизма неводных лебедок основным параметром безусловно является величина максимального усилия, в нашем примере 950 кг. Однако современный метод расчета механизмов на долговечность, как известно, исходит не только из величины максимального усилия, но

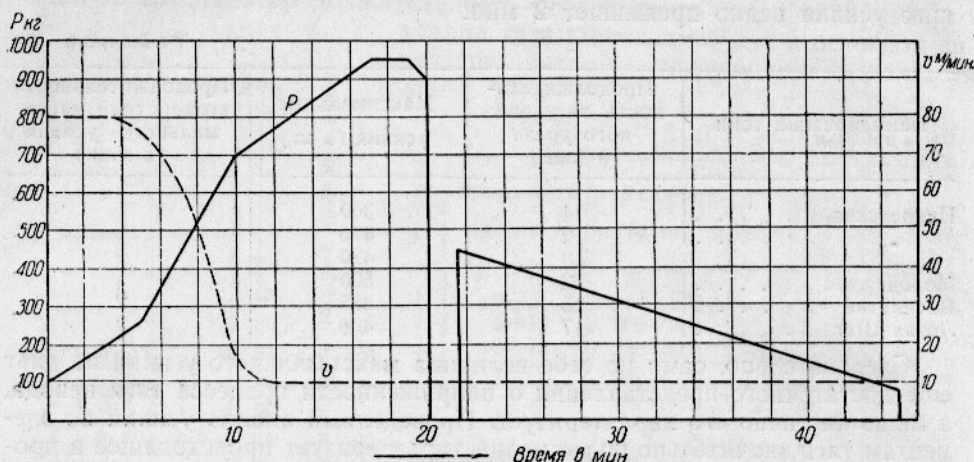


Рис. 15. Расчетный график 1 (наиболее напряженный режим работы).

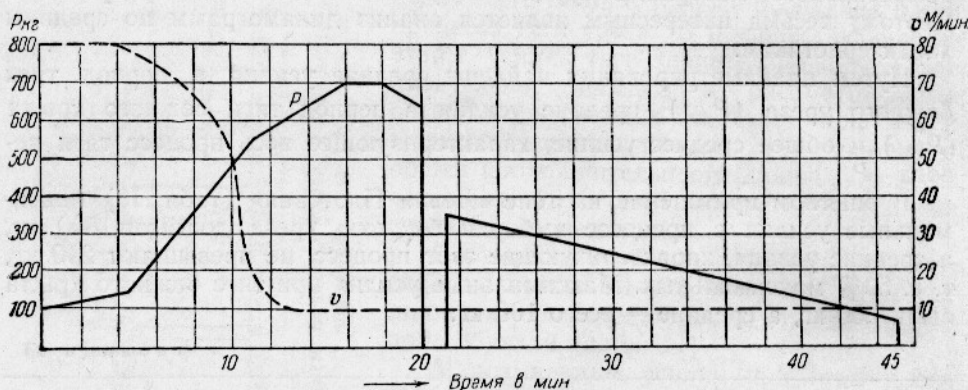


Рис. 16. Расчетный график 2 (средний режим работы).

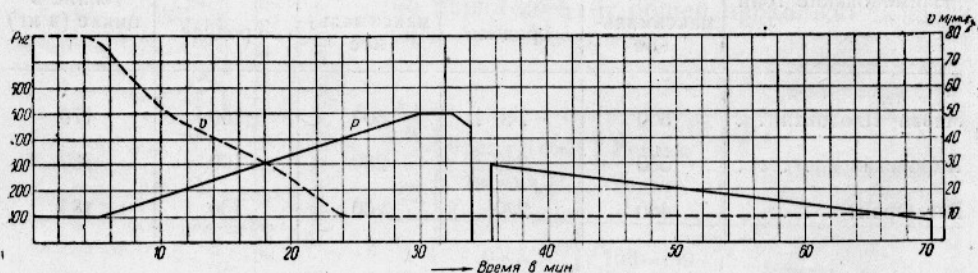


Рис. 17. Расчетный график 3 (наиболее легкий режим работы).

и режима воздействия усилия в течение всего производственного цикла. В связи с этим полученные результаты динамографирования, отражающие процесс изменения усилий в течение всего производственного цикла, приобретают особый интерес.

Для расчета механизма лебедки мы рекомендуем три графика, характеризующие основные режимы работы тоней дельты р. Волги (рис. 15, 16, 17).

Режим работы тони с наибольшей длительностью производственного процесса характеризуется относительно небольшими тяговыми усилиями, достигающими 500 кг. Между тем, наибольшие усилия в 930 и 950 кг мы отметили всего на двух тонях из пятнадцати, причем на этих же тонях в других экспериментах усилия тяги были значительно ниже. Продолжительность производственного процесса на этих тонях почти в два раза меньше, чем в первом случае. Естественно, что объединить такие совершенно различные графики оказалось невозможным. Наиболее часто встречаемый режим работы лебедок характеризуется некоторыми средними величинами тяговых усилий продолжительности процесса. Достаточно указать, что усилия тяги до 700 кг были в 94 экспериментах, а усилия от 700 кг и выше — всего в 9; соответственно и продолжительность процесса тяги до 45 мин. — в 75 экспериментах, от 45 до 55 мин. — в 5 и от 55 до 75 мин. — в 13.

Несомненно, что расчет механизма на прочность должен исходить из наиболее напряженного графика работы (рис. 15), так как в практике неводного лова такой случай встречается. Однако два других графика позволяют проверить механизм на средние режимы (рис. 16), наиболее часто встречаемые, а также на относительно легкие условия работы (рис. 17).

График усилий и скорости тяги имеет также большое значение при определении мощности, потребляемой неводной лебедкой в процессе тяги невода.

В настоящее время подавляющее большинство тоней оснащено тракторными лебедками, двигатели которых имеют мощность в 30 л. с., и стационарными лебедками системы механика Матвеева, которые приводятся в движение от двигателей внутреннего сгорания мощностью 15—18 л. с. С 1950 г. на колхозных тонях начали работать электролебедки конструкции Н. И. Борисова и А. А. Ширинова [12], двигатели которых имеют мощность в 6 квт; в 1951 г. начали поступать в эксплуатацию первые электролебедки Нежинского механического завода конструкции В. В. Лойе и С. В. Рантсуса, снабженные электродвигателями мощностью в 7 квт. Таким образом, в настоящее время для тяги речных неводов используются двигатели мощностью от 8 до 30 л. с.

До последнего времени господствовало мнение, что максимальный расход мощности в процессе тяги речного невода обуславливается максимальными усилиями в период подхода бежного кляча к притонку. Произведенный нами анализ силовых и скоростных графиков процесса тяги невода не только уточняет этот важный вопрос, но и выявляет ряд новых положений.

Зная величины тяговых усилий P и скорости тяги v для каждого момента процесса тяги невода (рис. 18, 19, 20)¹, а также учитывая к. п. д. установки, мы можем по формулам найти потребляемую мощность во время той или иной операции тяги невода.

В первый период тяги невода лебедка выбирает слабину уреза при максимальной скорости около 75—80 м/мин. Усилия тяги в этот момент, как мы уже сказали, достигают 80—100 кг.

Выборка слабины продолжается в среднем 2—4 мин. и реже 5—7 мин. Расход мощности на выполнение этой операции колеблется в пределах от 1,75 до 2 квт.

После окончания выборки слабины усилия тяги начинают заметно расти, а скорости тяги, хотя и значительно меньше, чем при тяге слабины, продолжают оставаться относительно высокими — около 30—

¹ Данные графики несколько отличны от ранее рассмотренных. В этих опытных притонениях мы искусственно создавали необычные режимы, чтобы определить возможные изменения мощности.

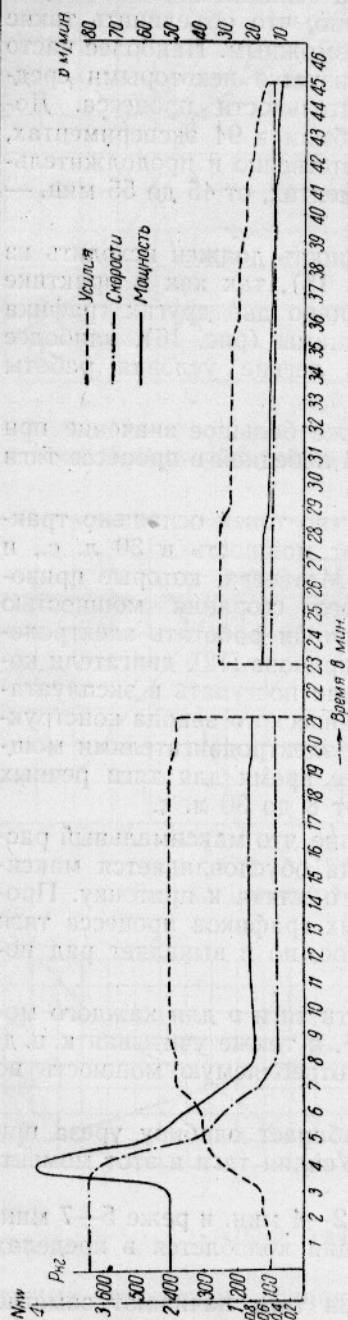


Рис. 18. График изменения усилий, скоростей тяги и мощности в процессе выборки безного уреза и безного крыла невода. Тоня „Краснознаменная“. Опытное притонение 1.

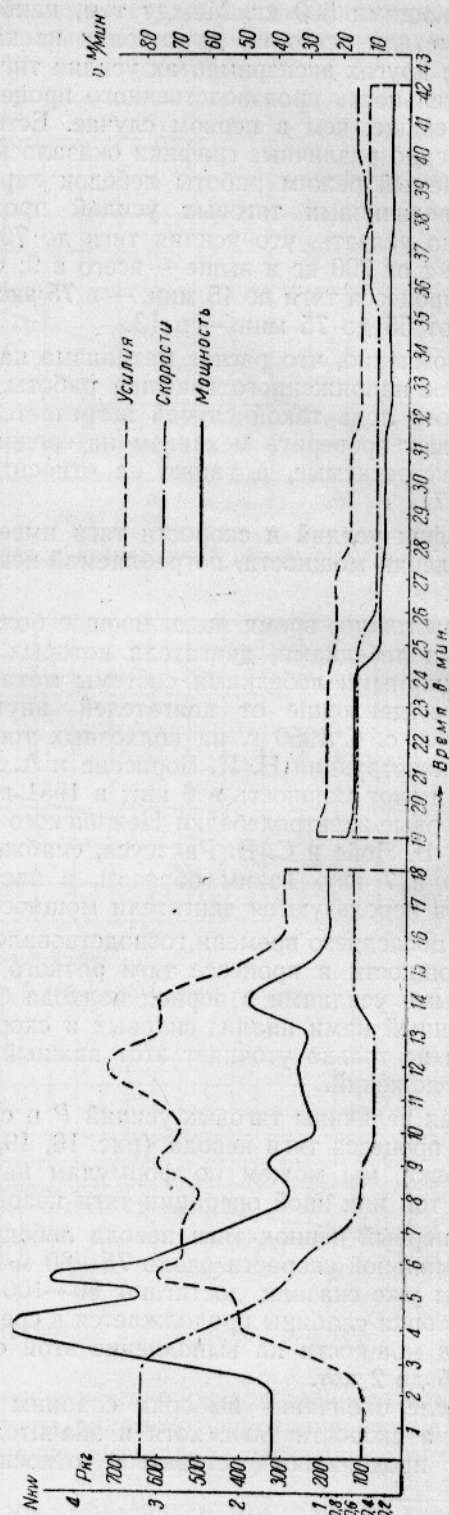


Рис. 19. График изменения усилий, скоростей тяги и мощности в процессе выборки безного уреза и крыла невода. Тоня „Краснознаменная“. Опытное притонение 2. (май 1951 г.)

40 м/мин. В этот период, который продолжается 5—7 мин., расход мощности достигает 4,5—5 квт.

В процессе дальнейшей тяги бежного уреза усилия продолжают расти, достигая максимального значения за несколько минут до подхода бежного кляча к притонку. Скорость тяги в этот период достигает минимального значения — 10—12 м/мин. В рассматриваемых опытных притонениях максимальные усилия равны 400, 720 и 800 кг. Расход мощности на эту последнюю операцию тяги бежного уреза колеблется в пределах от 0,8 до 2 квт.

В период тяги крыла невода скорости тяги остаются практически постоянными и равны 10—12 м/мин., а тяговые усилия колеблются в пределах от 350 до 80 кг. Расходуемая мощность в процессе тяги бежного крыла примерно равна 0,2—1 квт.

Таким образом, при средней продолжительности производственного цикла тяги невода в 42 мин. максимальный расход мощности в 4,5—5 квт наблюдается лишь в течение 5—8 мин., т. е. от 12 до 20% общего времени работы лебедки. В остальное же время тяги невода расход мощности значительно ниже, причем в течение примерно 50% времени производственного цикла расход мощности не превышает 1 квт.

Произведенный анализ расхода мощности на отдельные операции тяги невода показывает, что предположение о максимальном расходе мощности в период достижения максимальных усилий, т. е. в период подхода бежного кляча к притонку, является ошибочным. Этот вывод вытекает не только из динамограмм трех указанных притонений на тоне «Краснознаменная», где максимальные усилия были несколько меньше, чем, например, на тонях «Рот Фронт» или «Нижнестахановская», но и из многочисленных наблюдений на других тонях. Если даже допустить, что максимальные усилия в период подхода бежного кляча достигают 1000 кг, то при нормальных режимах тяги в этот период расход мощности будет около 2,5 квт. Из этого следует, что наибольший расход мощности определяется не моментом подхода бежного кляча к притонку, а тем периодом, когда усилия тяги начинают расти, но скорости тяги продолжают еще оставаться значительными.

В связи с этим следует считать ошибочным вывод Д. Н. Анисимова, который определяет максимальный расход мощности по формуле:

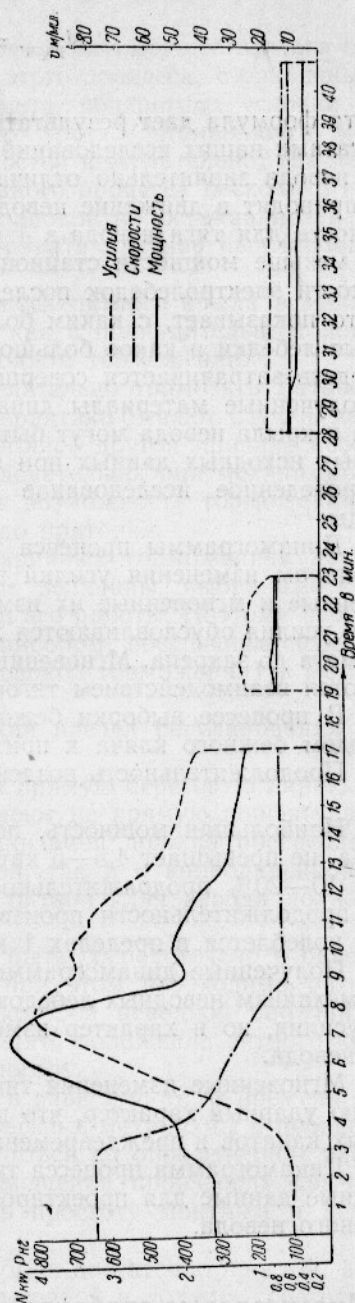


Рис. 20. График изменения усилий, скоростей тяги и мощности в процессе взборки бежного уреза и крыла невода. Тоня «Краснознаменная». Опытное притонение 3. (май 1951 г.)

$$N_{\text{макс.}} = \frac{P_{\text{макс.}} \cdot V_{\text{мин.}}}{75 \cdot \eta} \text{ л. с.,}$$

где η — к. п. д. лебедки.

Для расчета мощности мы рекомендуем другую формулу

$$N_{\text{расч.}} = \frac{P_{\text{ср.}} \cdot V_{\text{ср.}}}{102 \cdot \eta} \text{ кВт.}$$

Эта формула дает результаты, которые более близко совпадают с результатами наших исследований. Найденный расход мощности в процессе тяги невода значительно отличается от мощности тех двигателей, которые приводят в движение неводные лебедки. Максимально необходимая мощность для тяги невода в 4 раза меньше мощности трактора, в 2—3 раза меньше мощности стационарных лебедок и на 1—1½ кВт меньше мощности электролебедок последних систем.

Это показывает, с каким большим резервом мощности работают неводные лебедки и какое большое количество горючего, смазочных масел и средств затрачивается совершенно бесполезно.

Полученные материалы динамографирования процесса тяги бежного уреза и крыла невода могут быть использованы также для уточнения некоторых исходных данных при проектировании и постройке невода.

Проведенное исследование дает возможность сделать следующие выводы:

1. Динамограммы процесса тяги невода отражают наряду с общим характером изменения усилий в течение всего процесса также кратковременные и мгновенные их изменения. Кратковременные изменения тягового усилия обуславливаются характером спуска пятного крыла невода от замета до закрепа. Мгновенные изменения указанных усилий обуславливаются взаимодействием тягового барабана лебедки и каната.

2. В процессе выборки бежного уреза максимальные усилия (перед подходом бежного кляча к притонку) достигают 950 кг.

3. Продолжительность воздействия максимальных усилий — 1—2 минуты.

4. Наибольшая мощность, потребляемая лебедкой в процессе тяги невода, не превышает 4,5—5 кВт. Эта мощность потребляется лишь в течение 10—20% продолжительности производственного цикла. В течение 50% продолжительности производственного цикла потребляемая мощность колеблется в пределах 1 кВт.

5. Полученные динамограммы позволяют более правильно рассчитывать механизм неводных лебедок, так как известны не только максимальные усилия, но и характер изменения усилий в течение всего процесса тяги невода.

6. Мгновенные изменения тяговых усилий придают воздействующему усилию ударный характер, что приводит к расшатыванию структуры неводных канатов и преждевременному их износу.

7. Динамограмма процесса тяги невода позволяет уточнить некоторые исходные данные для проектирования и постройки отдельных элементов закидного невода.

Промысловые требования и исходные расчетные данные

На основании проведенных исследований, наблюдений работы неводных тоней и литературных данных [1, 6, 9, 10, 11] составлены технические требования и указаны основные расчетные параметры для проектирования механизации спуска и подтягивания пятного крыла и неводных лебедок.

А. Механизация спуска и подтягивания пятного крыла

Промысловые требования

Механизация спуска и подтягивания пятного крыла должна обеспечить одновременную работу двух неводов на тоне при уплотненном графике работы.

Процесс спуска пятного крыла невода может осуществляться на одной и той же тоне, но в разные моменты этого процесса, с различными скоростями в зависимости от формы замета, конкретных условий данного притонения и режима выборки бежного уреза. Останавливать механизм спуска невода для переключения скоростей нежелательно, так как такие переключения могут быть в течение одного процесса несколько раз, т. е. практически необходимо было бы неоднократно останавливать (тормозить) невод. Поэтому надо предусматривать плавное регулирование режима спуска неводов.

Механизация должна обеспечить спуск пятного крыла в зависимости от гидрологического режима водоема как с принудительным подтягиванием, так и при непрерывном, но неполном торможении.

Несмотря на то, что крайне нежелательно тормозить пятное крыло в процессе его спуска, в промысловой практике бывают случаи, когда при аварии на бежном крыле или по какой-либо другой причине необходимо срочно затормозить спуск невода. Следовательно, при механизации этого процесса необходимо предусматривать возможность торможения невода при аварии в любой точке от замета до притонка.

Нагрузки на пятной урез при аварийных торможениях не должны превышать какие-то заранее заданные величины, выбранные с учетом прочности каната и продолжительности его работы. Поэтому необходимо, чтобы механизация была снабжена прибором, обеспечивающим автоматическое движение пятного крыла (в период торможения) в момент воздействия критических нагрузок.

Этот прибор должен иметь широкий предел регулирования (от 750 до 1000 кг).

Большинство неводных тоней имеет прямую береговую линию. Однако встречаются и такие тони, которые имеют не прямую конфигурацию береговой линии. В связи с этим механизация должна обеспечить спуск невода как на тонях с прямолинейной, так и с криволинейной конфигурацией береговой линии; при этом пятной кляч невода должен перемещаться по урезу воды.

Управление механизацией должно быть сосредоточено в одном месте и осуществляться одним человеком; при этом необходимо разработать систему сигнализации, при помощи которой неводной рабочий, управляющий механизацией, мог бы определять положение пятного крыла невода в ночное время и в ненастную погоду.

Изменение уровня воды в водоеме в зависимости от времени года вызывает необходимость перемещать береговые механизмы в процессе этого изменения, так как они должны находиться на определенном расстоянии от бровки воды. Обычно такие перемещения производят два-три раза в год. Поэтому важно предусмотреть простоту монтажа и демонтажа этих механизмов.

Конструкция механизмов должна быть достаточно простой, а вся механизация недорогой, экономически выгодной и должна сочетать надежность и безопасность в работе с простотой обслуживания.

Исходные данные

Скорость спуска пятного крыла от замета до закрепа колеблется в пределах от 8—10 до 20—23 м/мин. Скорость подтягивания пятного крыла на этом же участке при слабом течении не превышает 35—

40 м/мин. Скорость подтягивания пятного крыла от закрепа до притонки — 10—23 м/мин.

Чтобы обеспечить спуск и подтягивание пятного крыла невода при различных гидрологических режимах, механизм должен обладать пределом регулирования скоростей от 8 до 40 м/мин.

При торможениях пятного крыла на участке замет — закреп усилия достигают 1800 кг (для расчета различных опор и креплений).

В аварийных случаях возможны торможения пятного крыла на участке закреп — притонка. Усилия торможения на этом участке достигают 500 кг.

Усилия при торможениях направлены к береговой линии под углом 35—40°. Усилия подтягивания пятного крыла на участке закреп — притонка не превышают 100—125 кг.

При расчете различных креплений необходимо иметь в виду, что механизация работает на мокрых затопляемых грунтах (мелкий речной песок или земля с травяным покровом).

Б. Лебедка для тяги речных неводов

Промысловые требования

Неводная лебедка должна обеспечить одновременную тягу двух канатов — бежного уреза одного невода и рабочей подборы другого. Так как тяга уреза и рабочей подборы производится на различных скоростях, то неводная лебедка должна обеспечивать возможность регулирования скоростей тяги каждого из двух одновременно работающих неводов.

Режим тяги невода зависит от ряда факторов, обуславливаемых конкретными особенностями каждой тони. В связи с этим лебедка должна иметь широкий предел регулирования скоростей, чтобы можно было фиксировать любую промежуточную скорость в указанном пределе. Регулирование скоростей тяги должно быть плавным и осуществляться на ходу.

На состояние канатов серьезно влияют рабочие барабаны лебедки; поэтому канаты должны плавно находить на барабаны и сходиться с них; не должны проскальзывать на барабанах и их витки не должны тереться между собой.

Во избежание несчастных случаев барабаны лебедки должны иметь обратный ход.

В промысловой практике часто необходимо срочно прекратить тягу и остановить лебедку. При этом важно, чтобы при таких остановках в процессе тяги грузовой вал лебедки не вращался в обратную сторону под влиянием действующего в канате усилия.

Чтобы избежать аварий невода и поломок лебедки в случае задева невода или воздействия чрезмерных усилий, лебедка должна быть снабжена автоматическим устройством, которое прекращает тягу в момент воздействия на канат расчетных нагрузок.

Чтобы правильно вести процесс лова и соблюдать необходимый режим тяги, лебедку необходимо снабдить указателями скоростей и усилия тяги.

Место притонка, как правило, изменяется с изменением уровня воды, но расстояние от лебедки до бровки воды не должно превышать 8—10 м. Чтобы лебедку легко можно было перемещать в зависимости от изменения места притонка, вес ее должен быть минимальным.

Механизм лебедок должен быть плотно закрыт, чтобы туда не попадали пыль, песок и атмосферные осадки.

Так как в ближайшее время подавляющее большинство тоней будет электрифицировано, то целесообразно, чтобы привод к лебедке был осуществлен от электродвигателя.

Лебедка должна быть проста в обслуживании, безопасна и надежна в работе. Управлять лебедкой должен один рабочий, который одновременно наблюдает за тягой канатов. Канат следует снимать с барабанов и укладывать при помощи автоматического канатоукладчика.

Расчетные данные

Максимальное усилие тяги в процессе выборки бежного уреза достигает 950 кг. Для расчета следует принять 1000 кг.

Прибор автоматического выключения лебедки должен иметь предел регулирования от 600 до 1000 кг, чтобы можно было устанавливать критические нагрузки, при которых тяга невода автоматически прекращается в зависимости от качества невода и неводных канатов.

Скорость тяги невода колеблется в пределах от 10 до 80 м/мин.

Лебедка должна производить тягу канатов, имеющих размеры по окружности от 50 до 75 мм.

Таким образом, исследование усилий, действующих на пятное и бежное крыло речного закидного невода в процессе лова, позволило определить величину этих усилий, характер их изменения и расчетные данные, а также обосновать основные промысловые требования для проектирования неводных лебедок и механизации спуска и подтягивания пятого крыла невода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев В. Г., Тяга канатов на тонях двойными ручьевыми барабанами, журнал «Рыбное хозяйство», 1950, № 6.
2. Баранов Ф. И., Техника неводного лова. Материалы к познанию русского рыболовства, т. II, вып. III, 1913.
3. Баранов Ф. И., Техника промышленного рыболовства, Коиз, 1933.
4. Баранов Ф. И., Теория и расчет орудий рыболовства. Пищепромиздат, 1948.
5. Баранов Ф. И., Новый способ расчета речных неводов, журнал «Рыбное хозяйство», 1948, № 7.
6. Борисов Н. И., Альбом механизмов, применяемых в добывающей рыбной промышленности, ВНИРО, 1940.
7. Борищев В. В., Методы работы на речных неводных тонях, журнал «Рыбное хозяйство», 1950, № 9.
8. Высоцкий А. А., Динамометрирование сельскохозяйственных машин. Машгиз, 1949.
9. Полонский А. А., Механизация неводной тяги. Коиз, 1932.
10. Скорцов И. Н., Механизированный неводной лов. Коиз, 1935.
11. Торбан С. С., Новые неводные лебедки, журнал «Рыбное хозяйство», 1950, № 9.
12. Ширинов А. А., Речная неводная лебедка, журнал «Рыбное хозяйство», 1951, № 1.

