

Entwicklung, Verwendung und Perspektiven der Ausnutzung der Holzbeschaffungsmaschinen in der Republik Belarus

**Fedorentschik A., Kandidat der technischen Wissenschaften, Dozent,
Shukow A., Doktor der technischen Wissenschaften, Professor,
Shorin A., Aspirant,
die Belorussische Technologische Staatliche Universität**

Die Hauptquelle des Rohstoffes Holz in der Republik Belarus sind die örtlichen Waldvorräte. Der Gesamtvorrat der Bestände ist 105 Millionen m^3 , darunter betragen reife und überständige Bestände 72 Millionen m^3 . Auf den Kopf der Bevölkerung kommen mehr als 100 m^3 Holzvorräte, was die entsprechenden Kennziffern der meisten industriell entwickelten Länder Westeuropas übersteigt. Der jährliche mittlere Holzzuwachs in den Wäldern bleibt ziemlich hoch und beträgt 25 Millionen m^3 oder 3,4 m^3 auf einen Hektar der Holzbodenfläche. Tatsächlich wird er zur Hälfte benutzt. Das gesamte Volumen der Holzaufbereitung in allen Arten der Nutzung beträgt etwa 10 Millionen m^3 . Der Anteil der hiebsreifen Wälder beträgt 4,6 %, der reif werdenden Wälder 16 %, der Wälder in mittlerem Alter 43 %, der Jungbestände 37 %.

Der Prognose nach kann man von 2000 bis 2005 die Vergrößerung des Volumens des Hiebsatzes um 30...40 % erwarten, da die Tendenz zur Verbesserung der quantitativen Kennziffern der Wälder zu vermerken ist. In den Wäldern der Republik überwiegen Nadelhölzer - 63,4 %, darunter beträgt der Anteil der Kiefer 52,8 %, die Hartlaubhölzer nehmen 38 % der Holzbodenfläche ein.

Infolge der Tschernobyl-Havarie sind 21 % der Wälder mit Radionukliden verunreinigt, was die Holznutzung beschränkt hat. Jedoch wird in Einzelfällen die Hiebsauszeichnung auch in der Zone mit radioaktiver Verunreinigung mit nicht mehr als 15...40 Ku/km² zugelassen.

Zur Zeit werden etwa 80 % des Holzes als Langholz aufbereitet, dazu werden in den Holzeinschlagsbetrieben des Konzerns "Bellesbumprom" etwa 600 Raupenschlepper TDT-55 und andere Holzaufbereitungsmaschinen (etwa 300) auf der Basis dieses Raupenschleppers verwendet. Im Holzkomplex der Republik werden 10000 Motorkettensägen ausgenutzt, darunter 6500 in den Forstbetrieben. In den Betrieben des Ministeriums für Forstwirtschaft gibt es auch 1640 Holzurückenschlepper.

Leider wird das Problem der Mechanisierung der Holzaufbereitung und der Holzverarbeitung nicht einfach gelöst. Die vorhandenen Holzurückenschlepper und andere Ausrüstungen haben ihre Kraftreserve erschöpft, sie sind abgenutzt, es mangelt ständig an Ersatzteilen, es fehlt eine gute Basis für Reparaturarbeiten. Den Ausweg aus dieser Lage suchend, haben sich die Forstbetriebe der Republik in den letzten Jahren viel teure ausländische Technik angeschafft: 95 Traktoren LKT-81, 9 Harvester, 12 Forwarder der Firma "Valmet", 5 Prozessoren, 320 hydraulische Manipulatoren, 4000 Motorkettensägen "Husqvarna" und "Stihl". Aber dieser Weg kann nicht als völlig richtig gelten, da diese Technik sehr teuer ist, es gibt auch keine gute Basis für die Bedienung der Ausrüstungen und die Ausbildung des Bedienungspersonals.

Die Holzaufbereitungstechnik, die den meisten Betrieben des Holzkomplexes zur Verfügung steht, entspricht den ökologischen und waldbaulichen Forderungen nicht, da es keine speziellen forstlichen Maschinen gibt. Es gibt keine Möglichkeit, zur für die Republik sehr perspektivischen Sortimentaufbereitung zu übergehen, besonders in den Zwischenhieben, deren Volumen ständig wächst.

Infolge des Zerfalls der UdSSR und der Notwendigkeit, zu den Marktbeziehungen überzugehen, entstand vor dem Holzkomplex der Republik eine Reihe von spezifischen Problemen. Die wichtigsten von ihnen sind: die Intensivierung der Forstwirtschaftsführung; die Vergrößerung des Aufbereitungsvolumens des minderwertigen Holzes in allen Arten der Nutzung und die Erweiterung des Sortiments der aus diesem Holz zu produzierenden Erzeugnisse, um die Bedürfnisse der Verbraucher in der Republik und über das Land hinaus zu befriedigen; weite Ausnutzung des geringwertigen Holzes und des Nutzungsentganges für energetische Ziele, der Bau der Betriebe, die die komplexe Nutzbarmachung der Biomasse des Baumes sichern könnten.

Alles Obengesagte und auch die Freistellung der Gesamtheit der Hiebsflächen und deren hoher Grad der Versumpfung, das geringe mittlere Volumen der Hiebsfläche (5 ha), das mittlere Volumen des entasteten Stammes ($0,21 \text{ m}^3$), die mittlere Dichte der Waldwege ($1,2 \text{ km/ha}$), eine bedeutende Entfernung der Holzbringung (52 km) erfordern, für die Holzaufbereitung spezielle Technologien und Ausrüstungen zu benutzen.

Die potentialen Möglichkeiten des Maschinenbaues der Republik in Betracht ziehend, ist es unserer Meinung nach zweckmäßig, die eigene Forstmaschinenindustrie zu entwickeln, was auch die Programmdokumente des Ministeriums für die Forstwirtschaft der Republik Belarus und des Konzernes "Bellesbumprom" bestätigen.

Im Minsker Traktorenwerk ist schon jetzt ein mobiles energetisches Transportmittel mit angelenktem Rahmen auf der Basis des Traktors MTS-82 entwickelt, das als Basismaschine für die Schaffung einer Reihe von Holzbeschaffungsradmaschinen des Typs 4K4 und 6K6 dienen kann.

Zur Zeit wird die auf der Basis des mobilen energetischen Transportmittels geschaffene Transport- und Lademaschine MLPT-354 (Bild 1) geprüft. Diese Maschine hat eine Ladefähigkeit von 5 t, die Leermasse von 9 t, den minimalen Wendekreisradius 8 m, die Bodenfreiheit 570 mm, die Abmessungen 8400x2700x3100 mm, der Arbeitsdruck im Hydrosystem beträgt 16 Mpa.

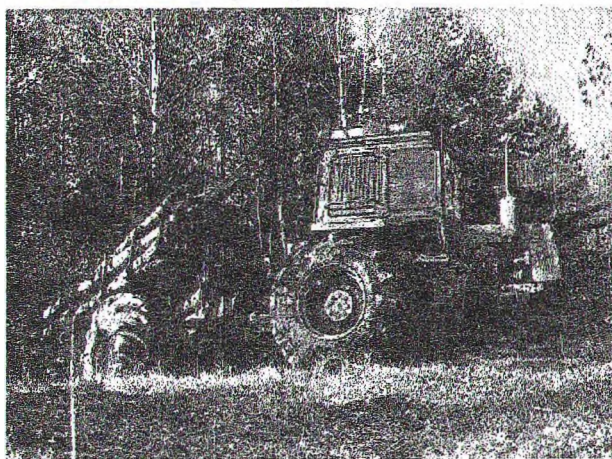


Bild 1. Transport- und Lademaschine MLPT-354

Diese Transport- und Belademaschine ist mit Hydromanipulator zur proportionalen Steuerung der Ladefähigkeit von 40 kN (die Länge des Ladearmes ist 7 m) ausgerüstet, dessen Herstellung in demselben Werk erfolgt.

Es wurde mit der Entwicklung der Maschine für die Holzbeschaffung in der Aktiengesellschaft "Amkodor" auf der Basis der Lader TO-18 und TO-23 begonnen. Die Rückenmaschine mit angelenktem, Typ 4K4, wird schon gebaut

und geprüft. Technische Daten dieser Maschine sind: die Arbeitsbelastung beträgt 4 m^3 , die Zugkraft der Seilwinde ist 7 t, die Leermasse dieses Rückeschleppers beträgt 9 t, die Bodenfreiheit ist 2835 mm, der minimale Wendekreisradius beträgt 5,5 m.

In der Aktiengesellschaft "Amkodor" ist auch ein Hub- und Transportaggregat PTA-1, der aus dem Balancierschlepper PB-1 (Ladefähigkeit 9 t, Ausmaße $6800 \times 2200 \times 2800 \text{ mm}$, Bodenfreiheit 600 mm) und dem Universalmanipulator MU-35 (er wird in demselben Werk produziert) besteht. Dieses Aggregat ist für die Arbeit mit den Traktoren MTS-80/82 bestimmt.

Es wird auch an der Entwicklung und Produktion anderer Arten von technologischen Ausrüstungen gearbeitet, z. B. wird die Rückezange ST-1 (Ladefähigkeit $0,8 \text{ m}^3$) gefertigt, die für das Rücken von Bäumen, Stämmen und Sortimentsbündeln bestimmt ist, und die mit den Traktoren MTS-80/82 verwendet werden kann. Es wird an der Schaffung von Mechanismen das Abschneiden der Äste, das Ablängen der Stämme und der Mechanismen für das Fällen der Bäume, das Abschneiden der Äste und das Ablängen der Stämme gearbeitet.

Obwohl das Minsker Traktorenwerk und die Aktiengesellschaft "Amkodor" die Forstmaschinen mit eigenen Manipulatoren ausrüsten, nahm das Mosyrer Werk für Meliorationsmaschinen als erstes in der Republik die Serienfertigung von Manipulatoren mit der Ladefähigkeit von 52 kN auf, die für die breite Verwendung sowohl in der Forstwirtschaft als auch in der Landwirtschaft bestimmt sind. Zur Zeit wird in diesem Werk an der Fertigung von noch leistungsfähigeren Manipulatoren mit der Ladefähigkeit von 75 kN gearbeitet.

Um die Holzabfälle, die bei der Holzbeschaffung entstehen, in Späne zu verarbeiten, werden Hackmaschinen erzeugt, die mit den Serienradtraktoren verwendet werden können.

In der Republik gibt es eine reale Möglichkeit, Systeme für den Holztransport zu produzieren. Im Minsker Autowerk wird zur Zeit in Serien die Zugmaschine für den Holztransport MAS-5434 anstatt der Zugmaschine MAS-509A erzeugt.

Auf der Basis der Anhänger, die im Minsker Autowerk produziert werden, ist die Herstellung der Zugmaschinen für den Sortimentstransport und für den Transport der Hackpäne möglich. So sind im Minsker Autowerk 4 experimentelle Halbanhänger für den Sortiments- transport MAS-93866 mit maximaler Ladefähigkeit von 34 t gefertigt.

Vom ingenieurwissenschaftlichen Zentrum "Awtopojesd" der Produktionsvereinigung "Belautomas" ist der zweiachsige Langholzanhänger mit der Ladefähigkeit von 13,5 t entwickelt, dessen Serienproduktion das Minsker mechanische Werk aufnimmt. Im Bobrujsker mechanischen Werk für Reparaturarbeiten ist die Produktion der Langholzanhänger GKB-9362 organisiert.

Einen besonderen Platz in der Holzbeschaffung, wenn man die Parameter des Baumbestandes, die Art des Hiebes berücksichtigt, nimmt die Kleintechnik ein. Untersuchungsarbeiten zur Bestimmung der Effektivität der Verwendung der Kleintraktoren werden in der Belorussischen Staatlichen Technologischen Universität durchgeführt. Die Kleintraktoren dienen, ähnlich wie die Pferde, zur Abfuhr der einzelnen Windwurf- und Windbruchbäume, zur Anfuhr der Sortimente und des schwachen Nutzholzes bei der Durchführung der Durchforstung und der Gesundheitshiebe in den Parks und grünen Zonen.

Es ist zu erwarten, daß der Privatsektor in der Holzbeschaffung erhöhtes Interesse für diese Technik zeigen wird. Für die Forstwirtschaft der Republik sind die Traktoren dieses Typs sehr nötig. Zur Zeit erzeugen die Produktionsvereinigung des Minsker Traktorenwerks, die Produktionsvereinigung

“Gomselmasch” verschiedene Modifizierungen der Kleintraktoren. Technische Daten einiger von ihnen sind in der Tabelle 1 angeführt.

Tabelle 1

Kennziffern	AMSCHK-8	MTS-220	MTS-082	MTS-06
Zahl der Antriebsräder	4K2	4K4	4K4	-
Typ des Motors	Vergasermotor	Vergasermotor	Vergasermotor	Vergasermotor
Motorstärke, kW	7,3	11,5	7,3	4,41
Abmessungen, mm	1995+40	2670	2500	1800
Länge	1180+20	1220	950	850
Breite				
Masse, kg	465	1100	390	135

Wie aus der Tabelle zu sehen ist, eignen sich diese Traktoren den Hauptparametern nach und bei der Benutzung verschiedener technologischen Ausrüstungen für die Schaffung auf ihrer Basis der Holzbeschaffungsmaschinen und Landwirtschaftsmaschinen.

An der Realisierung der Aufgaben des forstlichen Maschinenbaues nimmt eine Reihe von Organisationen und der Betriebe teil: Ministerium für Forstwirtschaft der Republik Belarus, Konzerne “Bellesbumprom”, Traktorenwerk, die Belorussische Staatliche Technologische Universität. Zur Zeit wird die Arbeit auf diesem Gebiet intensiver geführt und besser koordiniert.

Das gab die Möglichkeit, in der letzten Zeit die Serienproduktion einer neuen Rückenmaschine TTR-401 mit starrem Gestell auf der Basis des Traktors MTS-82 aufzunehmen. Die Gesamtaussicht dieser Rückenmaschine ist auf dem Bild 2 zu sehen.

Die Ladefähigkeit der Maschine ist $1,2 \text{ m}^3$, die Leermasse 4,4 t, der Kleinstwendekreisradius beträgt 6,3 m, die Bodenfreiheit ist 370 mm, Abmessungen betragen 5355x2097x2850 mm, die Durchzugskraft der Winde beträgt 30 kN.

Der Traktor wurde in Gomeler und Polozker Holzeinschlagsbetrieben geprüft. Die Ergebnisse der Prüfung bestätigen die Effektivität seiner Ausnutzung für verschiedene Hiebsarten. Es sind auch positive Ergebnisse hinsichtlich seiner Vereinbarkeit mit der forstlichen Umwelt erhalten. Die Effektivität der Ausnutzung des Rückenschleppers wurde durch die Vergleichung der Kennziffern seiner Arbeit mit den entsprechenden Kennziffern des Traktors TDT-55 bestimmt. Beide Maschinen arbeiteten unter gleichen Natur- und Produktionsbedingungen. Bei der Prüfung variierte das Volumen des zu rückenden Pakets im Bereich von $0,15 \dots 2,2 \text{ m}^3$, was durch die Ladefähigkeit des Traktors beschränkt wurde.

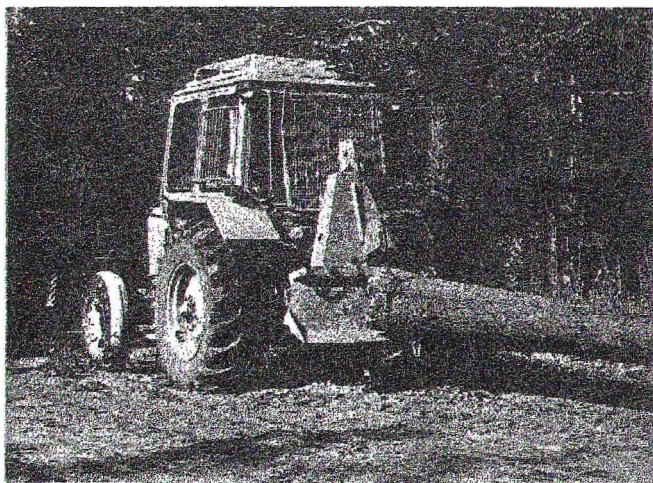


Bild 2. Maschine TTR-401

Die Prüfung der Maschine wurde im Plenterhieb und Kahlhieb durchgeführt. Die Art des aufzubereitenden Rohstoffes - Langholz. Fallen und Entasten wurden mit der Motorkettensäge durchgeführt. Die Schleppbahn wurde mit Hilfe der Äste befestigt. Die Formierung des Pakets wurde von dem Traktor durchgeführt, ohne von der Schleppbahn zu weichen.

Die Versuche wurden auf den Hiebsflächen durchgeführt, die die Holzartenzusammensetzung 6K, 2E, 2B beim mittleren Volumen des Langholzes $0,23 \text{ m}^3$ haben. Die mittlere Rückentfernung betrug 150, 250, 350 m. Das Chokern des Langholzes und dessen Rücken erfüllte der Traktorfürer.

Es wurden der Zeitaufwand für die Elemente des Arbeitsspiels der Maschine, Arbeitsauslastung $q, \text{ m}^3$ für eine Fahrt, Holztransportweite fixiert.

Die erhaltenen Angaben gaben die Möglichkeit, eine Gleichung für die Berechnung und Untersuchung der Stundenleistung des Rückeschleppers und anderer Kennziffern der Effektivität seiner Arbeit zusammenzustellen.

$$P = \frac{k \cdot 3600 \cdot q}{104,1 + 91,32 \cdot q + L \cdot (1 / (1,53 - 0,14 \cdot q) + 1 / (1,9 - 0,19 \cdot q_{\tau}))},$$

wo q_{τ} - Ladefähigkeit des Rückenschleppers, m^3 ist; k - Koeffizient der Ausnutzung der Arbeitszeit (0,6...0,8); L - Rückentfernung, m.

Die mittleren Kosten des Rückens 1 m^3 Holz betrugen 1,5...2 \$, sie hängen jedoch in bedeutendem Maße von der Rückentfernung und der Arbeitsauslastung für eine Fahrt ab. Die Zeichnung 3 zeigt z.B., daß bei $q=2 m^3$ und der Rückentfernung 100 m und 700 m K(Kosten) entsprechend 0,34 und 0,99 \$/ m^3 , bei $q=0,15 m^3$ entsprechend 2,7 und 11,134 \$/ m^3 sind.

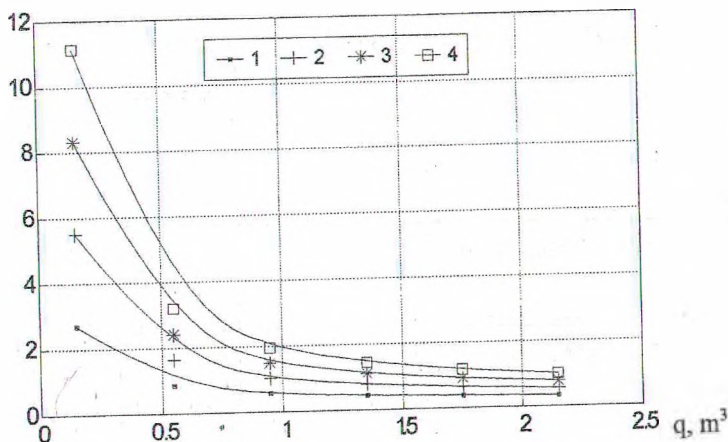
Parallel mit der Ausnutzung der Versuchsmaschine wurde unter denselben Natur- und Produktionsbedingungen die Holzaufbereitung mit dem Traktor TDT-55 durchgeführt. In der Tabelle 2 sind die Angaben des Zeitaufwandes, für 1 m^3 , für den Last und Leerlauf, für das Verladen und Abhängen des Pakets, die Leistung pro Stunde und die Rückenkosten 1 m^3 der zu vergleichenden Traktoren angeführt.

Die mittleren Werte der Arbeitsauslastung für eine Fahrt beim Rückenschlepper TTR-401 und dem Rückenschlepper TDT-55 betrugen entsprechend 1,2 und 2,87 m^3 .

Der spezifische Zeitaufwand für das Verladen und Entladen ist beim Rückenschlepper TTR-401 um 2,0...2,2 mal geringer als beim Rückenschlepper TDT-55. Die Änderung des Zeitaufwandes für den Laufweg geschieht bei der Vergrößerung der Rückentfernung ungleichmäßig. Der Zeitaufwand für TDT-55 erhöht sich intensiver. Wenn sich mit der Vergrößerung der Rückentfernung von 150 bis 250 m der Zeitaufwand für beide Traktoren um 1,7 mal vergrößert, so

steigt der bei der Vergrößerung der Entfernung von 250 bis 350 m für den Traktor TTR-401 um 1,27 mal und für TDT-55 um 1,38 mal.

$K, \$/\text{m}^3$



Zeichnung 3. Abhängigkeit der Rückenkosten 1 m³ bei der Verwendung des Rückeschleppers TTR-401 von q bei verschiedenen Rückentfernen: 1 - 100 m; 2 - 300 m; 3 - 500 m; 4 - 700 m.

Während der Betriebsprobe wurde festgestellt, daß bei der Holzaufbereitung, wenn das mittlere Langholzvolumen im Bestand 0,22...0,25 m³ beträgt, die Verwendung des Radrückeschleppers effektiver ist. Bei der Rückentfernung um nicht weniger als 200 m verringert sich der spezifische Energieaufwand (um 1,2...1,5 mal), die Kosten der Versuchsarbeiten sinken (um 14...23 %). Dabei vergrößern sich intensiv diese Kennziffern bei der Vergrößerung der Rückestrecke.

Wie die Betriebsproben gezeigt haben, beschädigt die Maschine TTR-401 im Vergleich zum Raupenschlepper TDT-55 weniger die Bodendecke und den bleibenden Anwuchs. Es ist zweckmäßig, die Maschine auf kleinen vereinzelt Schlagflächen auszunutzen, da in diesem Fall keine Notwendigkeit besteht, die Maschine von einer zur anderen Hiebsfläche zu transportieren.

Tabelle 2

Kennziffern und ihre Bezeichnung	Rückentfernung, m	Werte der Parameter	
		TTR- 401	TDT-55
Zeitaufwand für das Verladen und Entladen, min/m ³		3,0...3,2	6,6...6,8
Zeitaufwand für die Bewegung, min/m ³	150	2,96	3,2
	250	5,06	5,5
	350	6,49	7,6
Leistung pro Stunde, m ³	150	6,06	9,94
	250	4,92	7,31
	350	4,2	6,24
Rückenkosten 1 m ³ , \$/m ³	150	0,68	0,79
	250	0,84	1,08
	350	0,97	1,26

Die Effektivität der in der Republik zu entwickelnden Forstradmaschinen (der Fällmaschine, des chokerlosen Radtraktors und der Transport- und

Belademaschine mit dem angelenkten Gestell) wird auch durch die Ergebnisse der Versuchsexploitation bestätigt.