অধ্যায়-১১ রেসিপ্রোকেটিং পাম্প

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। পজিটিভ ডিসপ্লেসমেন্ট পাম্প বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৭, ১৭'পরি, ১৮'পরি, ২৪

উত্তরঃ পজিটিভ ডিসপ্লেসমেন্ট পাম্প হলো একটি মেকানিক্যাল ডিভাইস যা প্রতিটি পাম্পিং সাইকেলে একটি নির্দিষ্ট পরিমাণের তরল উচ্চ চাপে স্থানচ্যুত করে। এর প্রবাহ পথে বাধা সৃষ্টি করলে অধিক প্রেসারের কারণে এটি বন্ধ হয়ে যাবে অথবা নষ্ট হয়ে যাবে।

***** ২। রেসিপ্রোকেটিং পাম্পকে পজিটিভ ডিসপ্লেসমেন্ট পাম্প বলা হয় কেন?**

অথবা, রেসিপ্রোকেটিং পাম্পকে নিশ্চিত অপসারণকারী পাম্প বলা হয় কেন?

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬,১২

উত্তরঃ যেহেতু রেসিপ্রোকেটিং পাম্প প্রতিটি পাম্পিং সাইকেলে একটি নির্দিষ্ট পরিমাণের তরলকে উচ্চ চাপে স্থানচ্যুত করতে পারে এবং এর প্রবাহ পথে বাধার সৃষ্টি করলে কোনো আউটপুট দেয় না, বরং এটির নষ্ট হওয়ার সম্ভাবনা থাকে, তাই রেসিপ্রোকেটিং পাম্পকে পজিটিভ ডিসপ্লেসমেন্ট পাম্প বলা হয়।

***** ৩। পাম্পের স্লিপ বলতে কী বুঝায়?**

অথবা, পাম্পের স্লিপ কী?

BPDB- ১৬, বাকাশিবো- ২০০০, ০৭, ০৮, ১১,১২, ১৩, ১৫, ১৫'পরি, ১৬'পরি, ১৭, ২৪'পরি

উত্তরঃ রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের তাত্ত্বিক নির্গমন ও প্রকৃত নির্গমনের ব্যবধান বা পার্থক্যকে পাম্পের স্লিপ বলা হয়।

*** ৪। শতকরা স্লিপ (Percentage of Slip) বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৫

উত্তরঃ পাম্পের স্লিপকে যখন শতকরা হারে প্রকাশ করা হয়, তখন তাকে শতকরা স্লিপ বা পারসেন্টেজ অব স্লিপ বলে।

*****৫। পাম্পে এয়ার ভেসেল (Air vessel) বা বায়ু প্রকোষ্ঠ কেন ব্যবহৃত হয়?**

বাকাশিবো- ২০০৭, ০৯, ১৪

উত্তরঃ রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের নির্গমন অবিরাম এবং সুষম করার জন্য এর সাকশন ও ডেলিভারি পার্শ্বে এয়ার ভেসেল বা বায়ু প্রকোষ্ট সংযুক্ত করা হয়।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

*** ১। রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের যন্ত্রাংশগুলোর নাম লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৬'পরি, ১৮'পরি

উত্তরঃ রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের যন্ত্রাংশগুলো নিম্নরূপ ঃ

১) সিলিন্ডার (Cylinder) ঃ এটি রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের গুরুত্বপূর্ণ অংশ। এর মধ্যে পিস্টন উঠানামা করে।

২) পিস্টন (Piston) ঃ এটি সিলিন্ডারের মধ্যে উপর-নিচ উঠানামা করে।

৩) সাকশন পাইপ (Suction Pipe) ঃ সাম্প (Sump) হতে পানিকে সিলিন্ডারে পৌঁছায়।

[N.B: Sump বলতে ভূগর্ভের একটি জায়গা বুঝায়, যেখান থেকে তরলকে সংগ্রহ করা হয়]

৪) সাকশন ভালভ (Suction Valve) ঃ সাকশন পাইপ থেকে সিলিন্ডারে পানির প্রবেশ নিয়ন্ত্রণ করে।

৫) ডেলিভারি পাইপ (Delivery Pipe) ঃ সিলিন্ডার হতে পানি প্রয়োজনীয় উচ্চতায় ডিসচার্জ করে।

৬) ডেলিভারি ভালভ (Delivery Valve) ঃ সিলিন্ডার থেকে ডেলিভারি পাইপে পানির প্রবেশ নিয়ন্ত্রণ করে।

**** ২। রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০২১, ২৪, ২৪'পরি

উত্তরঃ রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের সুবিধাসমূহ ঃ

১) এটি হাই হেডে পানি উত্তোলন করতে পারে।

২) এই পাম্পে আলাদাভাবে প্রাইমিং এর প্রয়োজন পড়েনা, এটি সাধারণত সেল্ফ প্রাইমিং বিশিষ্ট হয়ে থাকে।

৩) যেখানে অধিক উচ্চতায় অল্প পরিমাণ নির্গমন প্রয়োজন সেখানে এই পাম্প ব্যবহার করা সুবিধাজনক।

৪) বেগ বৃদ্ধি করে এর নির্গমনের পরিমাণ বাড়নো সম্ভব।

রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের অসুবিধাসমূহ ঃ

১) এর গঠন জটিল।

২) এর নির্গমনের পরিমাণ কম।

৩) অধিক ভিসকাস তরল পাম্পিং করতে পারে না।

৪) এতে অবিরাম ও সুষম নির্গমন পাওয়া যায় না।

৫) রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের অপারেশন জটিল হয় এবং অনেক শব্দ হয়।

৬) এর দক্ষতা কম।

৭) এটা আকারে বড় তাই বেশি জায়গার প্রয়োজন হয়।

৮) প্রাথমিক খরচ ও রক্ষণাবেক্ষণ খরচ তুলনামূলক বেশি।

**** ৩। রেসিপ্রোকেটিং পাম্পে এয়ার ভেসেলে কেন ব্যবহৃত হয়।**

বাকাশিবো- ২০১৪

উত্তরঃ নিম্নলিখিত কারণে ক্রিয়াশীল রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের সিলিন্ডারের কাছাকাছি বিন্দুতে সাকশন পাইপ ও ডেলিভারি পাইপের সাথে এয়ার ভেসেল সংযুক্ত করা হয়।

১) তরলের অবিরাম ও সুষম নির্গমন পেতে।

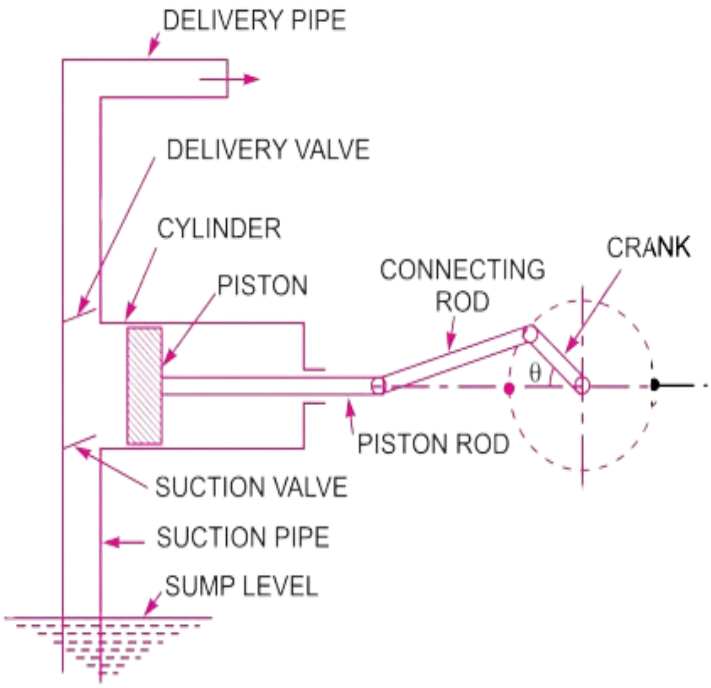
২) সাকশন ও ডেলিভারি পাইপে এ ঘর্ষণজনিত বাধা কাটিয়ে উঠতে যথেষ্ট পরিমাণে কাজ বাঁচাতে।

৩) কোনো প্রকার সেপারেশন (Separation) ছাড়াই পাম্পকে উচ্চ গতিতে চালাতে।

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। চিত্রসহ একটি রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের গঠন কাঠামো বর্ণনা কর। অথবা, একটি একক ক্রিয়াশীল রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের চিত্র অঙ্কন করে এটির গঠনপ্রণালি ব্যাখ্যা কর।** বাকাশিবো- ২০১৩'পরি, ২০২০'পরি

উত্তরঃ



চিত্র ঃ একটি একক ক্রিয়াশীল রেসিপ্রোকেটিং পাম্প

নিম্নে চিত্রসহ একটি একক ক্রিয়াশীল রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের গঠন প্রণালি সংক্ষেপে বর্ণনা করা হলো ঃ

যে পাম্প রেসিপ্রোকেটিং গতিতে চলাচল করে পাম্পিং কার্য সম্পাদন করে তাকে রেসিপ্রোকেটিং পাম্প বলে। বাহির থেকে মোটরের সাহায্যে শক্তি সরবরাহের মাধ্যমে রেসিপ্রোকেটিং পাম্পকে চালানো হয়। এই পাম্পে একটি পিস্টন-সিলিন্ডার ব্যবস্থা থাকে যে ব্যবস্থায় সিলিন্ডারের মধ্যে পিস্টন সম্মুখ-পশ্চাৎ যাতায়াত করতে পারে। পিস্টনের এরূপ যাতায়াতের কারণে সিলিন্ডারের মধ্যে পর্যায়ক্রমে শূন্য চাপ এবং পজিটিভ চাপের সৃষ্টি হয়।

ফলে পানি সিলিন্ডারে প্রবেশ করে এবং পরক্ষণেই নির্দিষ্ট উচ্চতায় উত্তোলিত হয়। এখন পানি যদি শুধুমাত্র একপাশে দিয়ে সিলিন্ডারে প্রবেশ করে এবং পিস্টনের একপাশের ধাক্কায় নির্দিষ্ট উচ্চতায় উত্তোলিত হয়, তবে সেই পাম্পকে একক ক্রিয়াশীল রেসিপ্রোকেটিং পাম্প বলে।

একটি একক ক্রিয়াশীল রেসিপ্রোকেটিং পাম্প নিম্নলিখিত যন্ত্রাংশ সহযোগে গঠিত

১) সিলিন্ডার (Cylinder) ঃ এটি রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের গুরুত্বপূর্ণ অংশ। এর মধ্যে পিস্টন উঠানামা করে।

২) পিস্টন (Piston) ঃ এটি সিলিন্ডারের মধ্যে উপর-নিচ উঠানামা করে।

৩) সাকশন পাইপ (Suction Pipe) ঃ সাম্প (Sump) হতে পানিকে সিলিন্ডারে পৌঁছায়।

[N.B: Sump বলতে ভূগর্ভের একটি জায়গা বুঝায় যেখান থেকে তরলকে সংগ্রহ করা হয়।]

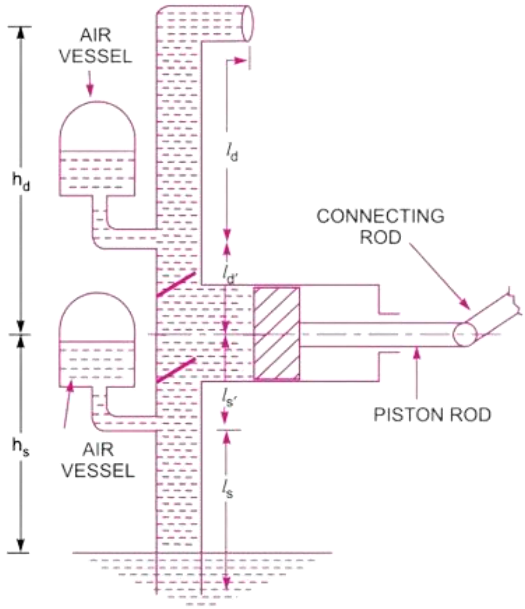
৪) সাকশন ভালভ (Suction Valve) ঃ সাকশন পাইপ থেকে সিলিন্ডারে পানির প্রবেশ নিয়ন্ত্রণ করে।

৫) ডেলিভারি পাইপ (Delivery Pipe) ঃ সিলিন্ডার হতে পানি প্রয়োজনীয় উচ্চতায় ডিসচার্জ করে।

৬) ডেলিভারি ভালভ (Delivery Valve) ঃ সিলিন্ডার থেকে ডেলিভারি পাইপে পানির প্রবেশ নিয়ন্ত্রণ করে।

***** ২। এয়ার ভেসেল সংযুক্ত একটি রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের সচিত্র কার্যাবলি বর্ণনা কর।** **বাকাশিবো- ২০০৯, ১২, ১৪, ১৭'পরি**

উত্তরঃ



চিত্র ঃ এয়ার ভেসেল সংযুক্ত একটি রেসিপ্রোকেটিং পাম্প

নিম্নে চিত্রসহ এয়ার ভেসেল সংযুক্ত একটি একক ক্রিয়াশীল পাম্পের কার্যাবলি বর্ণনা করা হলো ঃ

চিত্রে একটি একক ক্রিয়াশীল রেসিপ্রোকেটিং পাম্প দেখানো হয়েছে, যার সিলিন্ডারের কাছাকাছি সাকশন পাইপে এবং ডেলিভারি পাইপে এয়ার ভেসেল সংযুক্ত আছে। এয়ার ভেসেলগুলো একটি মধ্যবর্তী আধার (Intermediate Reservoir) এর মতো কাজ করে। সাকশন স্ট্রোকের প্রথমার্ধ চলাকালে, পিস্টন ত্বরণ নিয়ে চলে অর্থাৎ এয়ার ভেসেলের উপরে সাকশন পাইপে পানির বেগ গড় বেগের বেশি থাকে এবং তাই সিলিন্ডারে প্রবেশ করা পানির নির্গমন গড় নির্গমনের চেয়ে বেশি হতে হবে। ফলে এয়ার ভেসেল থেকে এই অতিরিক্ত পরিমাণ পানির সরবরাহ সাকশন পাইপে এমন ভাবে করা হবে যে, এয়ার ভেসেলের নিচের সাকশনে পাইপে পানির বেগ

যেন গড় বেগের সমান হয়। সাকশন স্ট্রোকের দ্বিতীয়ার্ধ চলাকালে, পিস্টন মন্দনের সাথে চলে অর্থাৎ এয়ার ভেসেলের উপরে সাকশন পাইপে পানির বেগ গড় বেগের চেয়ে কম থাকে এবং তাই সিলিন্ডারে প্রবেশ করা পানির নির্গমন গড় নির্গমনের চেয়ে কম হতে হবে। ফলে এয়ার ভেসেলে এই অতিরিক্ত পরিমাণ পানি এমন ভাবে জমা হবে যে, এয়ার ভেসেলের নিচে সাকশন পাইপে পানির বেগ যেন পানির গড় বেগের সমান হয়। এয়ার ভেসেলে এই জমাকৃত পানি আবার পরবর্তী সাকশন স্ট্রোকের প্রথমার্ধ চলাকালে সরবরাহ করা হয়। এইভাবে সাকশন পাইপে পানির প্রবাহের হার বা নির্গমন সুষম হয়।

একইভাবে, ডেলিভারি পার্শ্বে ডেলিভারি স্ট্রোকের প্রথমার্ধে ডেলিভারি পাইপ থেকে অতিরিক্ত পানি প্রথমে এয়ার ভেসেলে জমা হয় ও ভেসেলে থাকা বাতাসকে সংকুচিত করে এবং স্ট্রোকের দ্বিতীয়ার্ধে এয়ার ভেসেলের জমাকৃত পানি ভেসেলের মধ্যে থাকা বাতাসের চাপে ডেলিভারি পাইপে প্রবেশ করে। এইভাবে ডেলিভারি পাইপে পানির প্রবাহের হার বা নির্গমন সুষম হয়। বাস্তবিকক্ষেত্রে এয়ার ভেসেলের পর থেকে সাকশন ও ডেলিভারি পাইপের পানির বেগকে সুষম ধরা হয়।

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। একটি একক ক্রিয়াশীল রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের প্লাঞ্জারের ব্যাস 30 cm, স্ট্রোক 20 cm, পাম্পের ঘূর্ণন সংখ্যা 30 r.p.m নির্গমনের পরিমাণ প্রতি সেকেন্ডে 6.5 Litres হলে পাম্প স্লিপ নির্ণয় কর। বাকাশিবো- ২০১৩

সমাধানঃ দেওয়া আছে, প্লাঞ্জারের ব্যাস = 30 cm = 0.3m

স্ট্রোক, $L = 20\ cm = 0.2\ m$

পাম্পের গতি, N = 30 rpm

প্রকৃত নির্গমন, $Q = 6.5\ lit/$ ংবপ

$$[\therefore 1m^3 = 10^3\ lit]$$

পাম্প স্লিপ, S =?

পাম্পের প্লাঞ্জে ক্ষেত্রফল, $A = \frac{\pi}{4} \times d^2$

$$= \frac{\pi}{4} \times 0.3^2$$

$$= 0.0706m^2$$

আমরা জানি, একক ক্রিয়াশীল পাম্পের জন্য তাত্ত্বিক নির্গমন,

$$Q_{th} = \frac{LAN}{60}$$

$$= \frac{0.2 \times 0.0706 \times 30}{60}$$

$$= 7.06 \times 10^{-3}\ m^3/sec$$

আবার আমরা জানি, স্লিপ S = তাত্ত্বিক নির্গমন - প্রকৃত নির্গমন

$$= 7.06 \times 10^{-3} - 6.5 \times 10^{-3}$$

$$= 0.56 \times 10^{-3}\ m^3/sec$$
$$= 0.56\ Lit/sec \quad \textbf{(Ans.)}$$

**** ২। একটি একক ক্রিয়াশীল রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের পিস্টনের ব্যাস 37.25cm এবং স্ট্রোক 22.5 cm. যদি পাম্পে 40 rpm স্থানান্তর এ 6.5Lit/sec হয়, তাহলে পাম্পের নির্গমন সহগ ও স্লিপের শতকরা হার নির্ণয় কর।** বাকাশিবো- ২০০৯, ২০

সমাধানঃ দেওয়া আছে,

পিষ্টনের ব্যাস, d = 37. 25cm

স্ট্রোক, L = 22.5 cm

পাম্পের গতি, N = 40 r.p.m

প্রকৃত নির্গমন, $Q_{ac} = 6.5\ Lit/\ \text{sec}$

$$= 6.5 \times 10^3\ cm^3\ /\text{sec}$$

স্লিপের শতকরা হার, S =?

পাম্পের পিস্টনের ক্ষেত্রফল, $A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} \times 37.25^2$

$$= 1089.79\ cm^2$$

আমরা জানি, একক ক্রিয়াশীল পাম্পের তাত্ত্বিক নির্গমন,

$$Q_{th} = \frac{LAN}{60}$$
$$= \frac{22.5 \times 1089 \times 40}{60}$$
$$= 16346.85\ cm^3/sec$$

আবার, নির্গমন সহগ, $C_d = \frac{Q_{ac}}{Q_{th}} = \frac{6.5 \times 10^3}{16346.85}$

$$= 0.3976 \quad \textbf{(Ans.)}$$

আবার আমরা জানি, স্লিপের শতকরা হার,

$$S = (1 - C_d) \times 100$$
$$= (1 - 0.3976) \times 100$$
$$= 60.24\% \quad (\textbf{Ans.})$$

**** ৩। একটি দ্বৈত ক্রিয়াশীল রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের পিস্টনের ব্যাস 16 cm এবং ঘাতের দৈর্ঘ্য 32 cm. পাম্পের সাকশন এবং ডিসচার্জ হেড যথাক্রমে 5m এবং 26 m যদি পাম্পের দ্রুতি 80 RPM এবং দক্ষতা 85% হয়, তবে পাম্প পরিচালনায় তাত্ত্বিক ক্ষমতা 85% হয়, তবে পাম্প পরিচালনায় তাত্ত্বিক ক্ষমতা এবং প্রকৃত ক্ষমতা নির্ণয় কর।**

বাকাশিবো- ২০১২, ১৪'পরি, ১৫

সমাধানঃ পাম্পের পিস্টনের ক্ষেত্রফল,

$$A = \frac{\pi}{4} d^2$$
$$= \frac{\pi}{4} \times 0.16^2$$
$$= 0.0201 m^2$$

আমরা জানি, পাম্পের তাত্ত্বিক নির্গমন,

$$Q_{th} = \frac{2LAN}{60}$$
$$= \frac{2 \times 0.32 \times 0.0201 \times 80}{60}$$
$$= 0.01715\ m^3/\text{sec}$$

আবার আমরা জানি, পাম্প পরিচালনায় তাত্ত্বিক ক্ষমতা,

$$P_{th} = HW\ Q_{th}$$
$$= 31 \times 9.81 \times 0.01715$$
$$= 5.216\ kW \quad \textbf{(Ans.)}$$

আবার আমরা জানি, পাম্পের দক্ষতা, $\eta = \frac{\text{তাত্ত্বিক ক্ষমতা}}{\text{প্রকৃত ক্ষমতা}}$

$$\text{বা, } 0.85 = \frac{P_{th}}{P_{ac}}$$

$$\text{বা, } P_{ac} = \frac{5.216}{0.85}$$

$$\therefore P_{ac} = 6.136\ kW \quad \textbf{(Ans.)}$$

[N.B ঃ এখানে পাম্প পরিচালনায় তাত্ত্বিক ক্ষমতা বলতে পাম্পের 100% দক্ষতায় পাম্পের ইনপুট ক্ষমতা অর্থাৎ মোটরের আউটপুট ক্ষমতাকে নির্দেশ করে। যার মান পাম্পের আউটপুট ক্ষমতার সময় পাম্প পরিচালনায় প্রকৃত ক্ষমতা বলতে পাম্পের ইনপুট ক্ষমতা বা মোটরের আউটপুট ক্ষমতাকে নির্দেশ করে, যখন পাম্পের দক্ষতা 100% হয় না]

৪। একটি দ্বৈত ক্রিয়াশীল রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের পিস্টনের ব্যাস 20 cm ও স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য 35 cm . পাম্পের সাকশন ও ডিসচার্জ হেড যথাক্রমে 5 cm এবং 30 m। যদি পাম্পের দ্রুতি 90 rmp ও দক্ষতা 80% হয় , তবে পাম্প পরিচালনায় তাত্ত্বিক ক্ষমতা ও প্রকৃত ক্ষমতা নির্ণয় কর। বাকাশিবো- ২০২৪

সমাধানঃ দেওয়া আছে,

স্ট্রোকের দৈর্ঘ্য, $L = 0.35\ cm$

ব্যাস, $D = 0.2$

পাম্পের দ্রুতি, $N = 90\ rpm$

$$= \frac{90}{60}\ rps$$

সাকশন হেড, $H_s = 5\ m$

ডিসচার্জ হেড, $H_d = 30\ m$

দক্ষতা, $\eta = 80\ \% = 0.8$

তাত্ত্বিক ক্ষমতা, $p_{th} = ?$

প্রকৃত ক্ষমতা $p_{ac} = ?$

আঃ গুরুত্ব, $S = 1$

পানির ঘনত্ব, $p = 1000\frac{kg}{m^3}$

আমরা জানি,

তাত্ত্বিক নির্গমন,

$$Q_{th} = 2LAN$$

$$= 2 \times 0.35 \times \frac{\pi}{4}(0.2)^2 \times \frac{90}{60}$$

$$= 0.032987 \frac{m^3}{sec}$$

এখন,

তাত্ত্বিক ক্ষমতা

$$p_{th} = \omega Q(H_s + H_d) \qquad [\omega = \rho g s]$$

$$p_{th} = Q\rho g s(H_s + H_d)$$

$$= 0.032987 \times 9810 \times 1 \times (5 + 30)$$

$$= 11326.09\ w$$

$$= 11.33\ kw \quad \textbf{(Ans)}$$

আবার, দক্ষতা, $\eta = \frac{\text{তাত্ত্বিক ক্ষমতা } (p_{th})}{\text{প্রকৃত ক্ষমতা } (p_{ac})}$

$$\Rightarrow 0.8 = \frac{\mathbf{11.33}}{\textbf{প্রকৃত ক্ষমতা } (\boldsymbol{p_{ac}})}$$

$\therefore$ প্রকৃত ক্ষমতা $(p_{ac}) = 14.17\ KW$ **(Ans)**

৫। একটি দ্বৈত ক্রিয়াশীল রেসিপ্রোকেটিং পাম্পের পিস্টনের ব্যাস 18 cm এবং ঘাতের দৈর্ঘ্য 30 cm পাম্পের সাকশন ও ডিসচার্জ হেড যথাক্রমে 4.5 ও 24 cm যদি পাম্পের দ্রুতি 79 rpm ও দক্ষতা 86% হয়, তবে পাম্প পরিচালনায় তাত্ত্বিক ক্ষমতা ও প্রকৃত ক্ষমতা নির্ণয় কর।

বাকাশিবো- ২০১৮

সমাধানঃ ০৮ নং প্রশ্নের অনুরূপ সমাধান ।

Ans: তাত্ত্বিক ক্ষমতা $= 5.62$ kW

এবং প্রকৃত ক্ষমতা $= 6.53$ kW